

Toekomst voor de iep

Resistentie, vermeerdering en gebruikswaarde van het huidige sortiment

J.A. Hiemstra¹, J. Buiteveld² en J. Kopinga²

¹ Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen UR

² Alterra, Wageningen UR

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit
Projectnummer 32 311136 00/PT nr. 12255
December 2012

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Het in dit rapport beschreven onderzoek werd mogelijk gemaakt door bijdragen van:

Productschap Tuinbouw
Gemeente Amsterdam
Bonte Hoek Kwekerijen
Stichting Vrienden van de Boutenburg

Projectnummer: 32 31113600
PT nr. 12255

De bomen- en vaste plantensector investeert in dit project via het  **Productschap Tuinbouw**

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit**

Adres : Postbus 85, 2160 AB Lisse
: Prof. Van Slogterenweg 2, 2161 DW Lisse
Tel. : +31 252 46 21 21
Fax : +31 252 46 21 00
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding voor het onderzoek	5
1.2	Doel van het onderzoek	5
1.3	Opzet van het onderzoek	5
1.4	Samenwerking en financiering	6
1.5	Literatuur hoofdstuk 1	6
2	RESISTENTIETOETSING	7
2.1	Achtergrond	7
2.2	Doel en opzet	7
2.2.1	Doel	7
2.2.2	Opzet	8
2.3	Werkwijze en methoden	8
2.3.1	Plantmateriaal	8
2.3.2	Proefveld	8
2.3.3	Inoculatie	9
2.3.4	Waarnemingen	10
2.3.5	Statistische analyse	11
2.4	Resultaten	11
2.4.1	Inoculatie	11
2.4.2	Ziekte-index na 4 en 8 weken	12
2.4.3	Bladval na 4 en 8 weken	13
2.4.4	Herstel na 1 jaar	14
2.4.5	Significantie van de verschillen tussen rassen	15
2.5	Discussie en conclusies	16
2.6	Advies voor de praktijk	19
2.7	Literatuur bij hoofdstuk 2	21
3	WIJZE VAN VERMEERDERING EN STABILITEIT	23
3.1	Achtergrond	23
3.2	Doel en opzet	24
3.2.1	Doel	24
3.2.2	Opzet	24
3.3	Werkwijze en methoden	24
3.3.1	Plantmateriaal	24
3.3.2	Proefveld	25
3.3.3	Waarnemingen	25
3.3.4	Statistische analyse	25
3.4	Resultaten	26
3.4.1	Uitgangssituatie van het plantmateriaal	26
3.4.2	Uitval tijdens het experiment	27
3.4.3	Bovengrondse groei	28
3.4.4	Wortelontwikkeling en vergroeiing van de ent met de onderstam	29
3.4.5	Groeiverschillen tussen cultivar en onderstam	33
3.5	Discussie	33
3.5.1	Beperkingen	33
3.5.2	Groei en wijze van vermeerderen	34
3.5.3	Aanbevolen wijze van vermeerderen	34
3.5.4	Stabiliteit op termijn	35
3.6	CONCLUSIES	36

4	GROEI- EN GEBRUIKSEIGENSCHAPPEN.....	39
4.1	Achtergrond en opzet.....	39
4.2	Proefbeplantingen Amsterdam	39
4.2.1	Westelijk havengebied	39
4.2.2	IJburg	40
4.2.3	Waarnemingen en rapportage	42
4.3	Aanvullende beplantingen.....	42
5	WEBSITE EN COMMUNICATIE.....	43
5.1	Website.....	43
5.2	Communicatie.....	43
5.2.1	Publicaties.....	43
5.2.2	Presentaties	44
6	SAMENVATTING	45
BIJLAGE 1	INFORMATIE M.B.T. DE GETOETSTE IEPENRASSEN.....	47
BIJLAGE 2	ZIEKTE-INDEX GEBRUIKT VOOR DE BEOORDELING VAN DE SYMPTOOMONTWIKKELING IN GEÏNOCULEERDE BOMEN.....	49
BIJLAGE 3	ZIEKTE-INDEX PER RAS 8 WEKEN NA INOCULATIE VOOR DE 4 BEHANDELINGEN AFZONDERLIJK.	51
BIJLAGE 4	SIGNIFICANTIE VAN DE WAARGENOMEN VERSCHILLEN TUSSEN RASSEN (TWEEZIJDIGE TOETSING MET $P < 0.05$).....	53
BIJLAGE 5	RESISTENTIE VAN DE GETOETSTE CULTIVARS VOLGENS DE LITERATUUR.....	55
BIJLAGE 6	ONTWIKKELING NA INOCULATIE PER RAS.....	57
BIJLAGE 7	GEMIDDELDE LENGTE (IN M) EN STAMDIAMETER (IN MM OP 1M HOOGTE) VAN ALLE IN 2011 NOG OVERGEBLEVEN CULTIVAR-ONDERSTAM COMBINATIES.	59

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

De iep is vanouds een belangrijke laanboomsoort in Nederland (Heybroek *et al.*, 2009). Gedurende een groot deel van de 20^e eeuw was de iep dan ook de meest geteelde boom in de laanboomkwekerij. Door de voortdurende problemen met de iepziekte en het soms optreden van stabiliteitsproblemen bij een deel van het nieuwe sortiment is het gebruik van de iep in de laatste decennia van de 20^e eeuw echter sterk afgenomen ondanks de beschikbaarheid van nieuwe meer resistente rassen. Rond het jaar 2000 stond de iep zelfs niet meer in de top-20 van de meest geteelde laanbomen (Geurts en Hiemstra, 2002). Een in 2005 afgeronde voorstudie (Hiemstra *et al.*, 2006) concludeerde dat enerzijds de iep in Nederland nog steeds niet gemist kan worden; en anderzijds, dat de iep desondanks steeds meer uit beeld dreigt te verdwijnen. Als belangrijkste oorzaak werd gewezen op het gebrek aan vertrouwen in de iep bij veel beheerders en beleidsmakers. Dit gebrek aan vertrouwen beweegt zich langs twee lijnen: onbekendheid met de groei-eigenschappen van de nieuwe rassen en daarnaast het niet durven vertrouwen op de resistentie ervan.

Als deze situatie kan worden doorbroken zou de iep weer een belangrijke soort voor zowel de sector als voor groenbeheerders kunnen worden. In dezelfde studie werd geconcludeerd dat het daarvoor nodig is om in samenwerking met de verschillende betrokken partijen (sector, groenbeheerders en onderzoek) drie aspecten gelijktijdig aan te pakken:

- Het gebrek aan kennis van en vertrouwen in het resistentieniveau van met name de nieuwe rassen onder Nederlandse omstandigheden.
- De bij een deel van het sortiment soms optredende stabiliteitsproblemen.
- De beschikbaarheid van informatie over de gebruikseigenschappen van het huidige sortiment.

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van het project was het herstellen van het vertrouwen in de iep. Enerzijds door het ontwikkelen van kennis en informatie over het resistentieniveau onder Nederlandse omstandigheden en over de groei- en gebruikseigenschappen van het huidige iepensortiment. Anderzijds door het toegankelijk maken en breed verspreiden van deze en bestaande informatie over de iep.

Het uiteindelijk te bereiken resultaat is een toegenomen vertrouwen in de iep en als consequentie daarvan een toename van het belang van de iep in de boomkwekerij, tot uiting komend in toenemende aantallen verkochte iepen in binnen- en buitenland, én het behoud van de iep als beeldbepalende boom in stad en landschap in Nederland.

1.3 Opzet van het onderzoek

Om het bovengenoemde doel te bereiken richtte het project zich op vier hoofdthema's:

1. Toetsen van de resistentie van het huidige sortiment onder Nederlandse omstandigheden.
2. Zoeken van oplossingen voor de soms optredende stabiliteitsproblemen.
3. In kaart brengen van groei- en gebruikseigenschappen van het huidige sortiment.
4. Communicatie van de beschikbare informatie over het huidige iepensortiment.

Thema 1 (Resistentie tegen iepziekte) is onderzocht d.m.v. een veldproef op een kwekerijperceel in de omgeving van Wageningen. In een experiment met ruim 1000 bomen van het huidige in Nederland beschikbare iepensortiment is meermaals een nieuwe groep bomen kunstmatig met iepziekte geïnfecteerd waarna de daarop volgende symptoomontwikkeling en het eventueel herstel van de bomen werd geregistreerd. De waarnemingen en de analyse daarvan richtten zich op twee aspecten: het niveau van resistentie van individuele iepenrassen en de onderlinge vergelijking van de huidige iepenrassen.

Dit deel van het onderzoek wordt uitgebreid beschreven in hoofdstuk 2.

Het onderzoek aan het tweede thema (Stabiliteit) richtte zich op het verkrijgen van inzicht in het effect op beworteling en stabiliteit van drie wijzen van vermeerdering: op eigen wortel, op *U. × hollandica* 'Belgica' en op *Ulmus* 'Stavast', een nieuwe sterk wortelende onderstam van Alterra. In een veldexperiment op hetzelfde proefveld als voor het eerste thema is de groei en ontwikkeling van het huidige iepensortiment (m.u.v. de Resista-iepen) op deze drie typen onderstam gedurende drie jaar geobserveerd. Na afloop van deze periode zijn de bomen gerooid en is de beworteling en de ent-onderstam vergroeiing beoordeeld. Dit deel van het onderzoek wordt beschreven in hoofdstuk 3.

Het 3e thema (Groei- en gebruikseigenschappen) richt zich op het verzamelen van informatie over groei- en gebruikseigenschappen van het huidige sortiment zowel bij gebruik in de stedelijke omgeving als in het buitengebied. Hiertoe zijn in de gemeente Amsterdam twee grote praktijkbeplantingen aangelegd met daarin het hele huidige iepensortiment. Deze beplantingen zijn in de projectperiode regelmatig bezocht om de groei en ontwikkeling te registreren. In samenwerking met de gemeente Amsterdam en enkele andere gemeenten wordt aan continuering en uitbreiding van dit deel van het onderzoek gewerkt. Hiervoor is inmiddels een apart project van start gegaan. De stand van zaken en de voorlopige resultaten van het onderdeel gebruikswaarde zijn weergegeven in hoofdstuk 4.

Voor thema 4 (Communicatie iepeninformatie) was in het projectvoorstel de opbouw van een "iepenwebsite" als belangrijkste actie voorzien. Hiervoor is in eerste instantie aangesloten bij de website van het gebruikswaarde onderzoek laanbomen (www.straatbomen.nl). De stand van zaken en de plannen voor verdere uitbreiding van de iepensite worden beschreven in hoofdstuk 5.

1.4 Samenwerking en financiering

Het onderzoek is uitgevoerd door PPO-Bomen in samenwerking met Alterra waarbij PPO projectleider was en Alterra heeft bijgedragen aan met name het onderzoek aan de thema's Resistentie en Stabiliteit. De veldexperimenten zijn uitgevoerd op een kwekerijperceel in de praktijk (boomkwekerij J. Alblas, Ommeren) en de praktijkbeplantingen voor het gebruikswaarde thema zijn aangelegd door de gemeente Amsterdam. Het materiaal voor de resistentietoets werd geproduceerd en beschikbaar gesteld door Bonte Hoek Kwekerijen. De vermeerdering van het materiaal voor thema 2 (Stabiliteit) is uitbesteed aan J. van Roessel (Moergestel) voor het stekken en aan G. Schalk (Lienden) voor het maken van de wortelenten en de doorkweek van stekken en wortelenten gedurende 1 jaar in een tunnelkas.

Hoofdfinancier van het project was het Productschap Tuinbouw, aanvullende financiering kwam van Stichting Vrienden van "de Boutenburg". Daarnaast hebben de gemeente Amsterdam en Bonte Hoek Kwekerijen het project mede mogelijk gemaakt door respectievelijk de aanleg van de praktijkbeplantingen t.b.v. het gebruikswaarde onderzoek en het beschikbaar stellen van het plantmateriaal voor de resistentietoetsing. Het onderzoek werd begeleid door een commissie onder leiding van J. Mouwen met als externe leden H. Kaljee, J.P. Mauritz, R. Nijboer, M. v.d. Oever en B. Versprille en daarnaast de betrokken onderzoekers: J. Kopinga, J. Buiteveld en J.A. Hiemstra.

De statistische verwerking van de gegevens uit de resistentietoetsing werd verzorgd door B. van der Werf (Alterra). Bij de voorbereiding en uitvoering van de werkzaamheden in het project waren daarnaast nog vele anderen betrokken, waaronder S.M.G. de Vries, A.T.F. Helmink, G.W. Tolkamp en K.G. Kranenborg (allen Alterra) en J.H.P. van Leijden, F.H.C. Nouwens, B. van der Sluis, T.C. Hollinger (PPO).

De auteurs willen alle genoemde personen bedanken voor hun bijdrage aan de voorbereiding en uitvoering van het project.

1.5 Literatuur hoofdstuk 1

Hiemstra, J.A., J. Buiteveld, J. Kopinga, K.G. Kranenborg, M.B.M. Ravesloot, B.J. van der Sluis en S.M.G. de Vries; 2006. Belang en toekomst van de iep. PPO-Bomen, Lisse. 50 p.

Geurts, P. en J.A. Hiemstra, 2002. Zomereik populairste boom voor stedelijk gebied. Tuin & Landschap 4 (2002): 36-37; tevens verschenen in De Boomkwekerij 6 (8 februari 2002): 16-17.

2 Resistientietoetsing

Joukje Buiteveld en Jelle Hiemstra

2.1 Achtergrond

Al in het begin van de 20^e eeuw, toen duidelijk werd dat alle toenmalige iepenrassen zeer vatbaar waren voor de iepziekte, werd gestart met onderzoek naar de ontwikkeling van meer resistente iepenrassen. Met name in Nederland en in de USA zijn grote en langlopende kruisings- en selectieprogramma's uitgevoerd (samengevat in Hiemstra *et al.*, 2005). Van de eerstuitgegeven nieuwe rassen uit het Nederlandse programma ('Christina Buisman', 'Bea Schwarz', 'Commelin' en 'Groeneveld') bleek uiteindelijk alleen 'Groeneveld' een redelijke mate van resistentie te hebben. De overige rassen zijn inmiddels weer uit de markt verdwenen en worden alleen nog incidenteel om cultuurhistorische redenen en voor bijzondere projecten gekweekt.

Het Nederlandse iepenveredelingsprogramma werd voortgezet tot aan 1992, toen er met de pensionering van H.M. Heybroek een eind aan kwam. Uit dit werk werden tussen 1973 en 1989 in Nederland een vijftal rassen met een matige tot zeer hoge resistentie tegen iepziekte uitgegeven; 'Dodoens', 'Lobel' en 'Plantijn' in 1973, 'Clusius' in 1983 en 'Columella' als laatste in 1989. Een groot aantal nog niet uitgegeven selecties uit het zelfde programma zijn opgenomen in de collectie van Alterra.

Ook in het buitenland zijn meerdere rassen met matige tot zeer goede resistentie uitgegeven. In Nederland waren in 2005 een achttal rassen uit de USA verkrijgbaar. Deze worden verondersteld een hoge resistentie te hebben, maar zijn nog nooit onder Nederlandse omstandigheden getoetst of vergeleken met de nieuwe Nederlandse rassen. Recentelijk, zijn in Italië ('Plinio' en 'San Zanobi') en Frankrijk ('Wanoux', 'Nanguen') ook nieuwe rassen met goede resistentie uitgegeven. Deze nieuwe iepenrassen worden in Nederland echter nog slechts in beperkte mate aangeplant en waren bij de start van het hier beschreven onderzoek nog niet in de handel verkrijgbaar.

Rond 2005 waren er dus meer dan tien iepenrassen met een redelijk tot goede resistentie tegen de iepziekte beschikbaar in Nederland. In de praktijk bleek echter dat de iep steeds minder vaak werd gebruikt en de iep dreigde uit het Nederlandse landschap te verdwijnen (Hiemstra *et al.*, 2006).

2.2 Doel en opzet

2.2.1 Doel

Uit een oriënterende studie door PPO en Alterra naar het belang en de toekomst van de iep in Nederland (Hiemstra *et al.*, 2006) bleek dat het sterk afnemende gebruik van de iep vooral het gevolg is van gebrek aan voldoende vertrouwen in de iep bij ontwerpers, beleidsmakers en groenbeheerders. Door de voortdurende problemen met de iepziekte in de oude iepenrassen en het ontbreken van onafhankelijke testresultaten met betrekking tot iepziekeresistentie van de nieuwe rassen onder Nederlandse omstandigheden ontbrak bij veel gebruikers met name het vertrouwen in de resistentie van die nieuwe rassen.

Het doel van dit onderdeel binnen het project "Toekomst voor de iep" was daarom het toetsen van de resistentie tegen iepziekte van het huidige sortiment iepenrassen onder Nederlandse omstandigheden.

De belangrijkste concreet te behalen resultaten waren:

- Kennis van de mate van resistentie onder Nederlandse omstandigheden van het huidige sortiment en een aantal nieuwe nog niet uitgegeven rassen van Alterra.

- Een onderlinge vergelijking van de beschikbare rassen ten aanzien van hun resistentie tegen iepziekte.

2.2.2 Opzet

Besloten is om alle in Nederland in de handel beschikbare “resistente” iepenrassen te testen en daarbij ook een aantal nog niet uitgegeven selecties uit het vroegere iepenveredelingsprogramma van de Dorschkamp (nu Alterra) mee te nemen. Buitenlandse rassen zijn alleen meegenomen wanneer deze in Nederland bij de start van het onderzoek in 2005 in de handel beschikbaar waren. Om te komen tot een goede vergelijking zijn alle te testen rassen bijeen gebracht in één groot veldexperiment waar ze kunstmatig zijn geïnfecteerd met de meest agressieve vorm van de iepziekte. Deze infectie is meerdere malen herhaald in verschillende maanden en jaren met een nieuwe groep bomen om een goed en wetenschappelijk verantwoord beeld te verkrijgen.

2.3 Werkwijze en methoden

2.3.1 Plantmateriaal

In totaal zijn 29 rassen/soorten getoetst:

- zes uitgegeven rassen uit het vroegere veredelingsprogramma van de Dorschkamp ('Groeneveld', 'Lobel', 'Dodoens', 'Plantijn', 'Clusius' en 'Columella');
- tien nieuwe nog niet uitgegeven iepenrassen van Alterra (uit hetzelfde veredelingsprogramma);
- *Ulmus pumila* 'Den Haag' die door sommige beheerders als resistent wordt gezien;
- *U. laevis* die in de praktijk gewoonlijk geen last heeft van iepziekte;
- vijf Amerikaanse rassen uit het veredelingsprogramma van de University of Wisconsin die onder de merknaam Resista® worden vermarkt (Resista-2256-9, 'Cathedral', 'New Horizon', 'Regal', 'Rebona');
- het Amerikaanse ras 'Sapporo Autumn Gold' dat uit hetzelfde veredelingsprogramma stamt;
- drie rassen uit andere Amerikaanse veredelingsprogramma's: 'Homestead', 'Pioneer' en 'Urban'
- de vroeger in Nederland veel gebruikte rassen *U. ×hollandica* 'Belgica' en 'Commelin'.

De laatste twee rassen zijn zeer gevoelig voor iepziekte en fungeerden als interne controle om het slagen van de infectie waar te kunnen nemen. Daarnaast diende 'Commelin' samen met 'Lobel' als referentie om de resultaten te kunnen vergelijken met die uit het vroegere veredelingsprogramma van de Dorschkamp waar ze als zodanig ook steeds werden meegenomen. Meer informatie over de genetische achtergrond en de herkomst van de geteste rassen is opgenomen in Bijlage 1.

Het gebruikte plantmateriaal is speciaal voor deze proef vermeerderd door Bonte Hoek Kwekerijen. Daartoe is in het voorjaar van 2006 materiaal verzameld en gestekt (Resista's) of geënt op een *U. glabra* onderstam (overige rassen). Voor het testen van *U. laevis* is gebruik gemaakt van zaailingen. Per ras/soort is getracht minimaal 50 planten te vermeerderen, dit is echter niet bij alle rassen gelukt. Met name enkele van de nog niet uitgegeven Alterra selecties bleken een erg laag slagingspercentage te hebben. De nummers 1028 en 1312 zijn om die reden in januari 2007 nogmaals vermeerderd en in de loop van dat jaar doorgekweekt in een plastic tunnelkas om de groei te versnellen en planten te verkrijgen van een vergelijkbare maat als het in 2006 vermeerderde materiaal.

2.3.2 Proefveld

Het vermeerderde materiaal, in totaal ruim 1000 planten, is in april 2007 uitgeplant op een kwekerijperceel op middelzware rivierklei bij J. Alblas in Ommeren. De afstand tussen de planten was 1.0 m in de rij en 1.35 m tussen de rijen. Bij het planten zijn alle planten voorzien van een label met een code voor het ras. In verband met de droogte na aanplant is in het eerste groeiseizoen regelmatig beregend. Desondanks is er toch nog een deel van de planten uitgevallen. De grond onder de bomen is gedurende het onderzoek (chemisch) onkruidvrij gehouden. Bij de bomen zijn stokken geplaatst en de bomen zijn aangebonden voor zover nodig was om ze rechtop te houden. De jaarlijkse snoei is beperkt tot het verwijderen van zware laaggeplaatste takken die de toegankelijkheid teveel belemmeren. Deze snoei is altijd vroeg in het jaar (ruim voor de inoculaties) uitgevoerd. Daarbij is er steeds zorg voor gedragen dat er geen besmetting kon worden overgedragen door de (nog) niet geïnoculeerde bomen eerst te snoeien.

Het plantschema was gericht op een volledig gerandomiseerde proef met 9 blokken.

Binnen elk blok zijn 4 planten van elke cultivar geplant (voor zover beschikbaar) die willekeurig over de beschikbare plaatsen zijn verdeeld. De overgebleven planten zijn als reserveplanten op een naastliggend deel van het veld uitgeplant. Doordat er voor een aantal rassen onvoldoende planten beschikbaar waren en er bovendien door de droogte in het eerste groeiseizoen nogal wat uitval was, waren eind 2007 veel blokken incompleet. In april 2008 zijn de uitgevallen planten zo veel mogelijk ingeboet met reserveplanten, met planten uit de tunnelkas en waar dat niet voldoende was met planten uit blok 8 of 9 om de overige blokken zo compleet mogelijk te maken. Deze bomen zijn willekeurig over de 4 behandelingen (zie volgende paragraaf) verdeeld.

2.3.3 Inoculatie

De inoculumbereiding en inoculatieprocedure is uitgevoerd conform de methode van Tchernoff (1965) en Heybroek (1993). Daarbij wordt de veroorzaker van de iepziekte in het laboratorium op een voedingsbodem gekweekt. De daarop gevormde sporen (conidiën) worden verzameld en opgelost in steriel water. Hiermee worden de te testen bomen geïnfecteerd (geïnoculeerd). Door middel van een snede in de stam wordt een druppel met een conidiënsuspensie van de schimmel direct in de houtvaten van de stam van de bomen gebracht (afbeelding 2.1). De druppel werd met een pipet op een mes aangebracht terwijl dat horizontaal door de bast in de houtvaten sneed. Door de onderdruk in de houtvaten (zuigspanning) wordt de druppel dan door de boom zelf naar binnen gezogen.



Afbeelding 2.1 Kunstmatige infectie van een jonge iep.

Om een geslaagde inoculatie met iepziekte uit te kunnen voeren moeten de planten voldoende groot zijn en een goede groei vertonen. Pas geplante planten zijn minder geschikt omdat de plantschok effect kan hebben op de vatbaarheid en gevoeligheid voor iepziekte (Heybroek, 2000; Mittempergher & Santini, 2004). Daarom is er op toegezien dat alleen planten zijn geïnoculeerd die al minimaal één groeiseizoen op hun plek stonden. De ingeboete planten zijn pas in het tweede jaar (behandelingen 3 en 4) geïnoculeerd en kleine planten en slecht of niet uitgelopen planten zijn niet meegenomen in de inoculaties. De periode waarin iepen maximaal gevoelig zijn voor de schimmel loopt in Nederland van half mei tot eind juli.

Aangezien de weersomstandigheden in deze periode ook van grote invloed kunnen zijn op de symptoomvorming (Mittempergher & Santini, 2004) zijn de inoculaties in beide jaren in 2 series uitgevoerd: een inoculatie in juni en een inoculatie in juli. Hierbij is steeds een nieuwe groep bomen geïnoculeerd. In 2008 is 2-jarig materiaal (1 jaar na aanplant) en in 2009 is 3-jarig materiaal (2 jaar na aanplant) geïnoculeerd.

Voor de inoculatie is gebruik gemaakt van isolaat H328, een zeer virulente stam van de schimmel *Ophiostoma novo-ulmi* beschikbaar gesteld door C.M. Brasier (Forest Research, UK). Volgens de methode als beschreven door Tchernoff (1965) zijn hiervan op het laboratorium van PPO in Lisse cultures gemaakt. Daaruit zijn conidiënsuspensies gemaakt met een concentratie van ca. 10^6 conidiën/ml. Deze zijn de nacht over bewaard in de koelkast en de daarop volgende dag gebruikt voor het inoculeren van een deel van de bomen. Als controle zijn in het eerste jaar een aantal planten met water geïnoculeerd (afkomstig uit de 2e herhaling). De te inoculeren bomen werden vooraf gemerkt met een houten steeketiket met kleurcode. Inoculaties zijn alleen uitgevoerd op dagen met droog weer. Op alle inoculatie-dagen werd het inoculum zichtbaar door de boom opgenomen. Tabel 2.1 geeft de details voor de verschillende inoculatie-dagen.

Tabel 2.1 Gegevens van de 4 behandelingen.

Behandeling	Datum	Inoculum concentratie (con/ml)	Hoeveelheid (ml)
1	2 - 6 - 2008	$1 \cdot 10^6$	0.13
2	16 - 7 - 2008	$1 \cdot 10^6$	0.13
3	2 - 6 - 2009	$8 \cdot 10^4$	0.13
4	2 - 7 - 2009	$1 \cdot 10^6$	0.13

2.3.4 Waarnemingen

Bij iepziekte verspreidt de schimmel zich via de houtvaten door geïnfecteerde bomen. In een poging om de verspreiding van de schimmel tegen te gaan, probeert de boom de geïnfecteerde houtvaten af te sluiten. Vaak echter is de schimmel sneller waardoor er verderop ook weer verstoppingen ontstaan met als uiteindelijk gevolg stagnatie van de water toevoer naar de top van de boom. Typische ziekteverschijnselen bij iepziekte zijn dan ook verwelking en vergeling van het blad, bladval of verdorren van blad aan de boom, vorming van vaantjes (jonge blaadjes die aan de verder kale en vaak gekromde toptwijgen blijven staan), afsterven van twijgen en later van grotere delen van de kroon.

Om de ziekteverschijnselen van de geïnoculeerde bomen te beoordelen zijn er een aantal waarnemingen gedaan:

- Ziekte-index 4 en 8 weken na inoculatie.
Hiervoor is gebruik gemaakt van een gecombineerde index voor bladsymptomen en taksterfte zoals die door Heybroek werd gebruikt in het iepenveredelingsprogramma. Dit is een ordinale schaal met 5 hoofdklassen, van 0 (gezond) tot 4 (zeer zwaar ziek of dood), waarbij ook de tussenliggende halve waarden worden gebruikt zodat deze schaal 9 klassen kent (zie Bijlage 2).
- Bladval 4 en 8 weken na inoculatie.
Hiervoor werd voor elke plant in 10% categorieën het percentage blad geschat wat verwelkt, verdord en/of verdwenen was.

Om te onderzoeken of er rassen zijn die kans zien zich te herstellen na een infectie met iepziekte zijn in het jaar na de inoculatie de volgende waarnemingen gedaan:

- Kroonsterfte
Schatting van de mate van kroonsterfte op basis van vijf klassen: 0 (gezond), 1 (<25% dood), 2 (25-50%), 3 (51-75%), 4(>75%).
- Ziekte-index na 1 jaar
Om een indruk te krijgen van “nieuwe” symptomen in het jaar na inoculatie is getracht m.b.v. de ziekte-index een schatting te maken van het percentage blad dat in het jaar na inoculatie (dus na uitlopen in dat jaar) verwelkt, verdord of afgevalen is en van eventuele nieuwe taksterfte. In de praktijk bleek dit zeer slecht te scheiden van kale (dode) takken t.g.v. de symptomen in het voorgaande jaar. Daarom is deze waarneming verder niet uitgewerkt.

Ten slotte is in het voorjaar van de jaren 2008, 2009 en 2010 de uitval van bomen bepaald en is de diameter van de nog levende planten vastgelegd.

2.3.5 Statistische analyse

Alle symptoom waarnemingen aan de planten zijn in tweevoud (door verschillende waarnemers) uitgevoerd. Bij de statistische verwerking is gebruik gemaakt van de hoogste van de twee waarden. De statistische analyses zijn in eerste instantie uitgevoerd voor de resultaten van elk van de vier afzonderlijke inoculaties. Bij een eerste analyse van de resultaten bleek de derde inoculatiebehandeling op basis van de reactie van de referentie rassen 'Commelin' en 'Lobel' niet goed gelukt te zijn (zie bijlage 3). Deze inoculatie is daarom buiten de verdere analyses gehouden.

De in dit rapport getoonde en besproken resultaten zijn gebaseerd op de resultaten van de inoculaties 1, 2 en 4. De analyses zijn daardoor gebaseerd op in totaal 668 planten. Het maximale aantal planten per ras was 27 (3 inoculatiegegevens x 9 blokken). Dit werd door de uitgevallen planten niet voor alle rassen gehaald, maar voor het overgrote deel van de rassen lag het aantal ruim boven de 20. Met name een aantal van de nieuwe Alterra selecties haalde dit aantal echter niet (zie tabel 2.3 in paragraaf 2.4.5).

De ziekte-index, bladval en kroonsterfte waarnemingen betreffen ordinale variabelen waarbij we meerdere niveaus (klassen) van ziekte index, bladval en kroonsterfte onderscheiden. Normaliter zouden een Chi kwadraat test of gegeneraliseerde (log) lineaire modellen (GLM) gebruikt worden om verschillen tussen rassen te toetsen. Echter de aantallen in sommige combinaties (bijv. cultivar x ziekte-index klasse) zijn zeer laag of zelfs nul wat deze analyse gecompliceerd maakt. Daarnaast ligt de interesse ook in het kunnen ordenen of groeperen van rassen op basis van hun resistentieniveau.

Om een groepering aan te kunnen geven binnen de rassen zijn de rassen geordend op basis van hun gemiddelde score voor ziekte index, bladval of kroonsterfte. Vervolgens zijn significante verschillen tussen rassen of groepen van rassen onderzocht door middel van toevoegen of uitsluiten van de naastgelegen rassen. Significanties zijn berekend aan de hand van de waargenomen aantallen planten in een klasse met een Monte-Carlo randomisatie test (Manly, 2007). Daarbij is getest ($P < 0.05$, tweezijdig) of de echte distributie afwijkt van de gesimuleerde distributie na ordening van de rassen. De grootst mogelijk aaneengesloten reeks van rassen die niet significant van elkaar verschillen (aangegeven met eenzelfde lettercode) wordt daarbij beschouwd als zijnde een enkele groep (zie paragraaf 2.4.5).

2.4 Resultaten

2.4.1 Inoculatie

De resultaten van het inoculatie experiment tonen duidelijk aan dat het goed mogelijk is om op deze manier iepen te onderzoeken op hun resistentie tegen iepziekte. Binnen enkele weken na inoculatie werden de eerste symptomen zichtbaar en met het verstrijken van de tijd werden deze sterker (Afbeelding 2.2 en 2.3). Symptomen ontwikkelden zich alleen in geïnoculeerde bomen; geen van de met water behandelde bomen, noch de niet behandelde bomen ontwikkelden symptomen. Verder was er een grote variatie in reactie van de geteste rassen. Sommige rassen lieten bijna geen of zeer beperkte symptomen zien, terwijl andere rassen zeer ernstige ziekteverschijnselen toonden en alle gradaties daar tussen.

Van de vier herhalingen bleek uiteindelijk 1 inoculatie (behandeling 3, 2 juni 2009) niet goed geslaagd te zijn. De bomen van de referentierassen 'Commelin' en 'Lobel' in deze groep vertoonden duidelijk minder ziekteverschijnselen dan na de andere behandelingen en dan verwacht kon worden op basis van gegevens uit eerdere inoculatie toetsen (in verleden uitgevoerd in het kader van het veredelingsprogramma van Alterra). Waarschijnlijk is er bij de inoculum bereiding voor behandeling 3 iets niet goed gegaan. De voor de bereiding van het inoculum ingezette cultures groeiden veel trager en de uiteindelijke concentratie van het inoculum was daardoor ook fors lager dan bij behandeling 1 en 2 (tabel 2.2). Bij de bereiding van het inoculum voor behandeling 4 is daarom een nieuwe subculture gemaakt van het originele isolaat waarna de groei weer normaal was en dezelfde inoculumconcentratie bereikt werd als voor behandeling 1 en 2. De gegevens van behandeling 3 zijn om deze reden verder niet meegenomen in de resultaten.



Afbeelding 2.2 (links)

*Beginnende symptomen op *U. ×hollandica* 'Belgica'.*

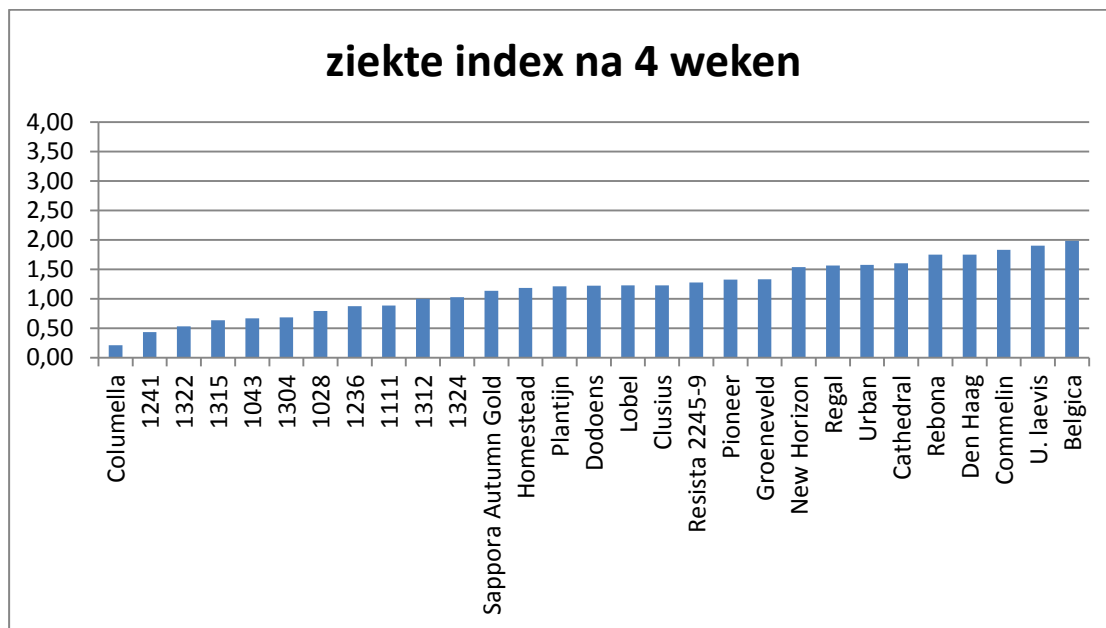
Afbeelding 2.3 (rechts)

*Zeer sterke symptomen op *U. laevis*.*

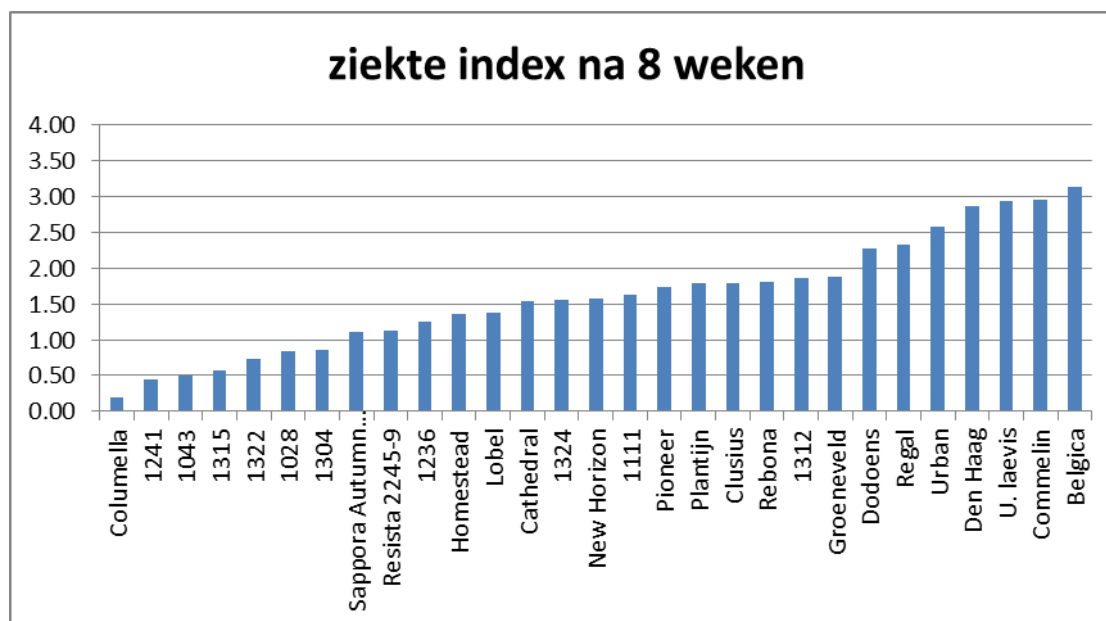
2.4.2 Ziekte-index na 4 en 8 weken

De gemiddelde ziekte-index 4 en 8 weken na inoculatie is weergegeven in figuur 2.1 en 2.2 waarbij de rassen zijn gerangschikt van lage naar hoge ziekte-index. De volgorde van de rassen komt goed overeen met de verwachting. Dit geldt niet alleen voor 'Columella' als zijnde één van de meest resistente rassen die op de markt is en 'Belgica' als één de meest gevoelige rassen. Ook de positie van de overige bekende rassen is in grote lijnen zoals verwacht. De figuren laten tevens zien dat er een aanzienlijk aantal nieuwe rassen is, die een zeer lage ziekte-index laten zien.

Vergelijking van de ziekte-index na 4 en 8 weken laat zien dat de rangorde van de rassen slechts beperkt verandert, maar dat de verschillen tussen de rassen na 8 weken duidelijk groter zijn geworden. Sommige rassen zijn ziek tot zwaar ziek na 8 weken (ziekte-index 2 tot 3.5), terwijl bij andere rassen de ziekte index nauwelijks is toegenomen ten opzichte van 4 weken na inoculatie. 'Columella' bijvoorbeeld laat een ziekte-index score zien van minder dan 0.5 (d.w.z. tussen gezond en twijfelachtig) na zowel 4 als 8 weken.



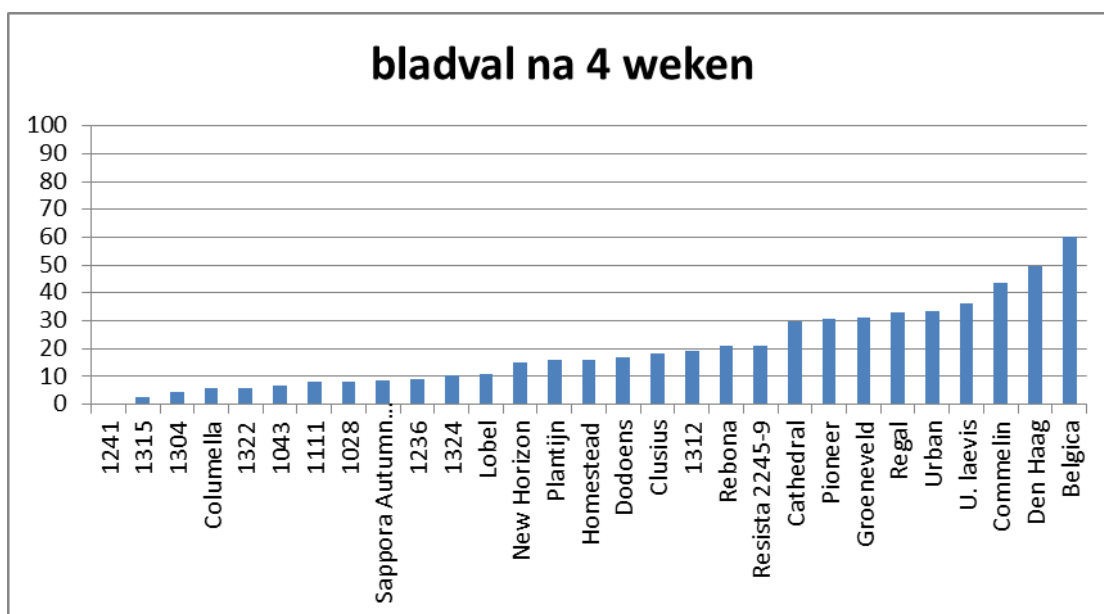
Figuur 2.1 Gemiddelde ziekte-index per ras 4 weken na inoculatie.



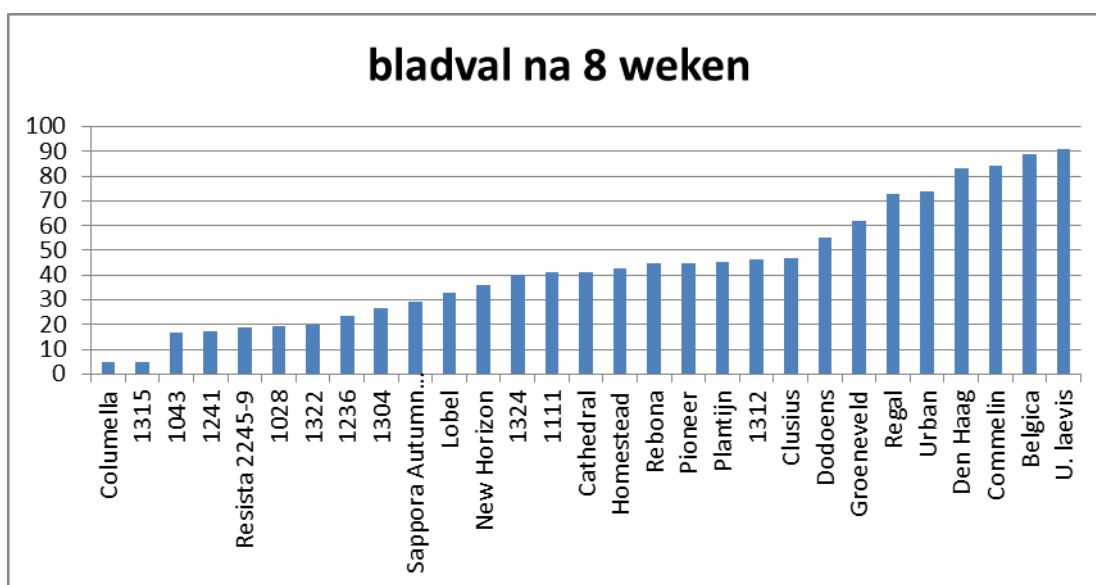
Figuur 2.2 Gemiddelde ziekte-index per ras 8 weken na inoculatie.

2.4.3 Bladval na 4 en 8 weken

De reactie van de verschillende rassen uitgedrukt in het percentage bladval is grotendeels vergelijkbaar met de ziekte-index score. Over het algemeen laten de rassen met een lage ziekte-index ook weinig bladval zien, en omgekeerd. Ook hier zijn de veranderingen in rangorde beperkt, maar zijn de verschillen tussen de rassen na 8 weken duidelijk groter dan na 4 weken (figuren 2.4 en 2.3), variërend van geen tot zeer weinig bladval bij 'Columella' tot bijna kaal bij 'Belgica' en de *U. laevis* zaailingen.



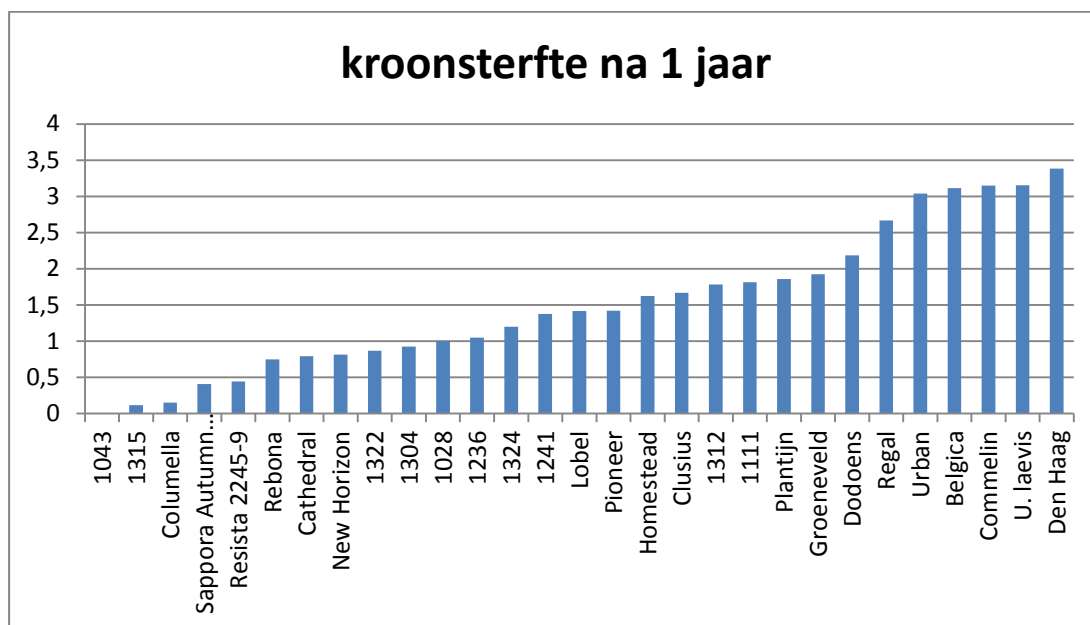
Figuur 2.3 Gemiddeld percentage bladval per ras 4 weken na inoculatie.



Figuur 2.4 Gemiddeld percentage bladval per ras 8 weken na inoculatie.

2.4.4 Herstel na 1 jaar

Het herstellingsvermogen van de rassen is beoordeeld op basis van de mate van kroonsterfte een jaar na inoculatie (figuur 2.5). Dit geeft een indruk van het effect van de ziekte op de verschillende rassen op termijn. Indien een ras met duidelijke ziektesymptomen in het seizoen van inoculatie in staat is om nieuwe scheuten te vormen in het seizoen van infectie of in het daarop volgende seizoen, dan is dit ras in staat de schade aan de kroon deels of geheel te herstellen. Ook dit kan men als een vorm van resistentie zien: als de boom het jaar van infectie overleeft zonder al te grote schade en zich weer herstelt, is het uiteindelijke effect dat de boom behouden blijft.



Figuur 2.5 Gemiddelde mate van kroonsterfte per ras 1 jaar na inoculatie.

2.4.5 Significantie van de verschillen tussen rassen

De resultaten van de statistische analyse om een ordening en groepering van de rassen aan te geven op basis van de ziekte index na 8 weken zijn weergegeven in tabel 2.2. De lettercode achter elk ras geeft aan in hoeverre dit ras significant verschilt van andere rassen. Verschillen tussen rassen met dezelfde letter zijn statistisch niet significant. Uit de tabel blijkt bijvoorbeeld dat 'Columella' (alleen een a) significant beter is dan de groep rassen P2 tot en met 'Belgica' (letters b, c, d, etc.), maar niet significant verschilt van 1241 t/m 1304 (ook een a). Een ander voorbeeld is dat de rassen 760 t/m 1304 (in deze groep letters a, b, c, d) significant beter zijn dan de groep 1111 t/m HB (in deze groep letters e, f, etc.). Uit de tabel blijkt ook dat in veel gevallen het geen elkaar uitsluitende groeperingen zijn. M.a.w. een ras kan zowel in de ene groep als in de andere groep terecht komen. Dit heeft te maken met het feit dat de verschillen in resistentie tussen de rassen graduele verschillen zijn.

Tabellen voor de significantiegroepen uitgaande van de ziekte index na 4 weken en de mate van kroonsterfte na 1 jaar zijn weergegeven in Bijlage 4.

Tabel 2.2 Significantie (tweezijdige toetsing; $P < 0.05$) van de verschillen in ziekte index van de rassen na 8 weken.

Nr	Ras	Aantal planten	Ziekte index	Significantiegroepen							
760	Columella	26	0.19	a							
1241		8	0.44	a	b						
1043		3	0.50	a	b						
1315		26	0.58	a	b						
1322		15	0.73	a	b	c					
1028		22	0.84	a	b	c	d				
1304		27	0.85	a	b	c	d				
P2	Sapporo Autumn Gold	22	1.11		b	c	d				
P6	Resista 2245-9	27	1.13		b	c	d				
1236		20	1.25		b	c	d				
P670	Homestead	24	1.35		b	c	d				
454	Lobel	24	1.38		b	c	d				

P4	Cathedral	24	1.54			c	d					
1324		20	1.55			c	d	e				
P3	New Horizon	27	1.57				d	e				
1111		27	1.63					e				
P671	Pioneer	26	1.73					e	f			
496	Plantijn	28	1.79					e	f	g		
568	Clusius	24	1.79					e	f	g		
P5	Rebona	24	1.81						f	g		
1312		14	1.86						f	g	h	
296	Groeneveld	27	1.87						f	g	h	i
494	Dodoens	27	2.28						f	g	h	i
P674	Regal	24	2.33						f	g	h	i
P607	Urban	27	2.57							g	h	i
pum	Den Haag	26	2.87								h	i
P1	U. laevis	26	2.94									i
274	Commelin	27	2.96									i
HB	Belgica	26	3.13									i

*Rassen met een zelfde lettercode zijn statistisch niet significant verschillend van elkaar.

2.5 Discussie en conclusies

Deze resistentietoets is de eerste keer dat de geteste iepenrassen in één experiment onderling worden vergeleken. De bomen zijn in deze test kunstmatig geïnfecteerd, waarbij alle bomen dezelfde hoeveelheid schimmelsporen van hetzelfde isolaat van *O. novo-ulmi* toegediend kregen. Alle bomen waren door dezelfde kweker vermeerderd en daarna op één veld uitgeplant zodat de omgevingsfactoren voor alle rassen zo veel mogelijk hetzelfde waren. Hiermee is de variatie in ziekte ontwikkeling die in afzonderlijke experimenten kan ontstaan door factoren zoals verschil in groeiomstandigheden, het effect van de vector (overbrenger van de ziekte), leeftijd van de rassen, producent en productiewijze van het materiaal, effect van verschillende isolaten van de schimmel, verschil in manier van infectie, etc. zo veel mogelijk uitgesloten. Uiteraard ontstaat er in een dergelijke veldproef altijd nog een zekere variatie (ruis) door toevalsfactoren. Om dit zo goed mogelijk te ondervangen is gewerkt met gemiddelden van 9 herhalingen per datum in een blokkenproef.

Klimaatfactoren, met name de weersomstandigheden tijdens en na de inoculatie, kunnen de symptoom ontwikkeling in geïnoculeerde iepen sterk beïnvloeden (Mittempergher & Santini, 2004). Daarom zijn op drie data over 2 jaar inoculaties uitgevoerd en de resultaten daarvan gemiddeld. De in deze test waargenomen verschillen tussen rassen zijn daarom volledig toe te schrijven aan de genetische achtergrond van de getoetste rassen.

Bij de toetsing is een hoge dosis van de iepziekteschimmel rechtstreeks in de houtvaten van het onderste deel van de stam van de geteste bomen gebracht. Door de daarop volgende symptomen te kwantificeren wordt een beeld verkregen van de mate waarin de verschillende rassen zich tegen een dergelijke infectie kunnen verweren. Met name de plaats van inoculatie (laag op de stam, d.w.z. aan het begin van de watertransportbanen), de hoge dosis en het gebruikte isolaat (een zeer virulente stam van de meest agressieve van de twee iepziekteschimmels: *O. novo-ulmi*) maken dat dit een zeer zware toetsing is. Doordat de schimmel direct in de houtvaten van de boom wordt gebracht is “ontsnapping” van de boom vrijwel onmogelijk; en omdat de schimmel relatief laag in de stam is ingebracht, wordt in bomen waarin de schimmel kans ziet zich te verspreiden, de hele kroon getroffen. Dit is een voordeel bij de beoordeling, omdat het leidt tot sterke symptomen. Het nadeel is dat deze wijze van testen veel zwaarder is dan de situatie in de werkelijkheid en daarmee dus een relatief zware aantasting geeft (zie Mittempergher & Santini,

2004). Toch bleek het goed mogelijk om op deze wijze verschillende rassen te vergelijken en te ordenen op basis van hun reactie op de infectie.

De resultaten van de resistentietoets laten zien dat de toets goed geslaagd is en dat er grote verschillen in resistentie niveau zijn tussen de rassen. De 29 getoetste rassen variëren in hun ziektesymptomenexpressie van gezond - licht ziek en geen tot zeer weinig bladval tot zwaar ziek of dood en kaal. Ook het kroonbeeld een jaar na inoculatie varieert van niet of nauwelijks dode takken in de kroon tot een grotendeels afgestorven kroon.

Bij natuurlijke besmetting komt de schimmel binnen via vraat van de kevers in oksels van twijgen waardoor in eerste instantie een veel groter deel van de stam nog vrij van de schimmel is. In de praktijk zullen de omstandigheden dus vaak minder zwaar zijn en de rassen daarom vrijwel zeker beter bestand tegen iepziekte dan in deze proef. Bovendien geeft dit experiment alleen informatie over de resistentie gebaseerd op de inwendige processen in de boom. Andere aspecten, zoals bijvoorbeeld het al dan niet aantrekkelijk zijn voor de iepenspintkever (de belangrijkste overbrenger van iepziekte), zijn niet meegenomen. De verkregen schatting van de resistentie van de geteste rassen is daarmee een conservatieve (voorzichtige) schatting. Dat individuele rassen in de praktijk minder gevoelig zijn voor iepziekte dan uit deze test lijkt te volgen is daarom zeer waarschijnlijk. Het omgekeerde, dat rassen in de praktijk gevoeliger zijn voor iepziekte dan uit de test lijkt te volgen, ligt niet voor de hand.

Het doel van de toets was het bepalen van de mate van resistentie van de in Nederland beschikbare moderne iepenrassen onder Nederlandse omstandigheden en het rangschikken van de geteste rassen op basis van hun resistentie niveau. Voor het kwantificeren van de mate van resistentie zijn verschillende criteria gebruikt: de ziekte-index volgens Heybroek, het percentage aangetast blad en de mate van kroonsterfte in het jaar na infectie. Over het algemeen kwamen de resultaten van deze drie criteria goed overeen. De ziekte-index, als gecombineerde index voor bladsymptomen en taksterfte, geeft het meest complete beeld en lijkt daarmee het meest geschikte criterium om het niveau van resistentie van de geteste rassen te kwantificeren in het jaar van infectie. Omdat het na een infectie enige tijd duurt voor de symptomen zich volledig hebben ontwikkeld, geeft de beoordeling na 8 weken (figuur 2.2) een duidelijker beeld dan na 4 weken. Voor de beoordeling van het effect in het jaar na de inoculatie bleek het percentage kroonsterfte (figuur 2.5) een bruikbare maat.

Het beeld wat bij toepassing van deze twee criteria naar voren komt, komt voor het overgrote deel goed overeen met de vermeldingen voor de verschillende rassen op basis van praktijkervaringen en literatuur door Heybroek, Goudzwaard en Kaljee (2009; zie bijlage 5). Opvallend zijn de relatief slechte scores van 'Dodoens' en *U. laevis*. Het resultaat voor *U. laevis* kan worden verklaard uit het feit dat in de test alleen de inwendige resistentie van de rassen is getest. Van *U. laevis* is bekend dat de bast weinig aantrekkelijk is voor de rijpingsvraat van de iepenspintkevers (Müller-Kroehling, 2006) waardoor deze soort, hoewel gevoelig voor iepziekte, in de praktijk geen noemenswaardige last van iepziekte heeft. Het resultaat voor 'Dodoens' komt overeen met eerdere waarnemingen in het veredelingsprogramma van de Dorschkamp/Alterra waarbij dit ras ook altijd slechter presteerde dan bijvoorbeeld 'Lobel' (gegevens Alterra). In de praktijk zijn er echter weinig problemen met deze cultivar en wordt de resistentie ervan gezien als vergelijkbaar met 'Lobel' (pers. meded. H. Kaljee). Mogelijk zijn er ook bij 'Dodoens' andere factoren die leiden tot een relatief hoge veldresistentie.

Op basis van hun mate van resistentie kunnen de rassen in verschillende groepen ingedeeld worden, dit zijn echter elkaar overlappende groepen. Het indelen in een aantal duidelijk van elkaar afgegrensde categorieën (bijv. slecht, matig, goed, zeer goed) op basis van significante verschillen in de waargenomen resistentie is statistisch gezien niet mogelijk. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door spreiding in de resultaten (verschillen voor individuen van hetzelfde ras) per inoculatie datum en anderzijds doordat de resultaten per ras ook enigszins afhankelijk zijn van de inoculatie datum. Dit laatste wordt geïllustreerd door de resultaten van de verschillende inoculatie data apart te bekijken (Bijlage 3). Als voor elk van de drie geslaagde inoculaties (2-6-2008, 16-7-2008 en 2-7-2009) de getoetste rassen worden gerangschikt op basis van de ziekte-index 8 weken na de inoculatie, verschuiven er steeds een aantal rassen. Het is niet zo dat een ras helemaal van de resistente kant in de figuur (links) naar de zeer vatbare kant (rechts) wisselt, maar de rangorde kan wel een aantal plaatsen variëren. Dit is overigens een bekend verschijnsel.

Ook Heybroek (2000) meldt dat in opeenvolgende experimenten met dezelfde standaardrassen de volgorde van rassen met een vergelijkbaar niveau van resistentie enigszins kan wisselen.

Ten slotte is de positie van individuele rassen in het spectrum van zeer resistent naar weinig resistent enigszins afhankelijk van het gebruikte criterium: symptoomontwikkeling 8 weken na inoculatie of mate van kroonsterfte in het erop volgende jaar. Kortom het is wel aan te geven waar in het spectrum de verschillende rassen thuis horen, maar de absolute positie van individuele rassen ten opzichte van elkaar kan niet worden gegeven.

Wanneer gekeken wordt naar de ontwikkeling van de symptomen in de tijd door de waarnemingen van 4 weken na inoculatie, 8 weken na inoculatie en in het jaar daarna te vergelijken (zie Bijlage 6), valt op dat de rassen grofweg in twee groepen kunnen worden ingedeeld. Er is een grote groep rassen (blauw in bijlage 6) die op alle data ongeveer op dezelfde plek in het spectrum aanwezig blijft. Daarbij zijn rassen die na 4 en 8 weken duidelijke en al zeer sterke symptomen hebben (hoog % bladval en hoge ziekte index) en na een jaar een hoge kroonsterfte vertonen (bijvoorbeeld 'Den Haag', *U. laevis*, 'Commelin' en 'Belgica'; andere rassen die na 4 en 8 weken niet of nauwelijks ziek zijn of blad verlies hebben en na 1 jaar vrijwel geen kroonsterfte vertonen, bijvoorbeeld 'Columella', 1043 of 1315; en tenslotte rassen die op alle data in de midden van het spectrum zitten.

Daarnaast is er een groep rassen die zich duidelijk anders gedraagt. Deze rassen (groen in bijlage 6) reageren aanvankelijk relatief snel met bladsymptomen waardoor ze na 4 weken een relatief hoge ziekte-index hebben t.o.v. veel van de andere rassen. Na 8 weken echter is de mate van symptoomontwikkeling niet of slechts beperkt toegenomen, en in het jaar na inoculatie vertonen deze rassen nauwelijks taksterfte. Deze groep "verschuift" als het ware met het verstrijken van de tijd na de inoculatie in de richting van de resistente kant van het spectrum. Deze groep heeft dus, ondanks de relatief sterke reactie na 4 weken, uiteindelijk een zeer aanzienlijke mate van resistentie. Dit patroon volgen de 4 zogenaamde Resista-iepen ('Cathedral', 'New Horizon', 'Rebona' en 2245-9) en het ras 'Sapporo Autumn Gold', dat uit hetzelfde veredelingsprogramma komt.

Ten slotte is er één ras wat juist de andere kant op lijkt te bewegen (ras 1241; geel in bijlage 6).

De resistentie van iepen tegen iepziekte is gerelateerd aan de capaciteit om verspreiding van de iepziekteschimmel in geïnfecteerde bomen te beperken (Duchesne 1988). Hierbij zijn gewoonlijk meerdere, elkaar versterkende mechanismen betrokken; passieve mechanismen berustend op houtanatomische eigenschappen, en meer actieve mechanismen gericht op het tegengaan van de verspreiding van de schimmel binnen de boom door middel van het afsluiten van geïnfecteerde vaten en de vorming van chemische barrières (Duchesne 1988, 2003).

In de grootschalige kruisingsprogramma's van de afgelopen eeuw zijn langzamerhand steeds meer voor resistentie gunstige factoren bijeen gebracht. De resistentie in de huidige iepenrassen berust daardoor op meerdere elkaar aanvullende (gestapelde) mechanismen (Mittempergher & Santini, 2004). Door de verschillen in genetische achtergrond van de ouders is deze combinatie per ras weer anders en daarmee ook de reactie van de verschillende rassen op een infectie. De bovenbeschreven verschillen in de patronen van symptoomontwikkeling na inoculatie zijn hiervan een illustratie.

De eerste groep kan gezien worden als een spectrum lopend van rassen met een hoge mate van resistentie tot rassen met een zeer lage resistentie tegen iepziekte. Daarbij is het voorstelbaar dat de mate van resistentie berust op (deels) dezelfde mechanismen, waarbij de verschillen ontstaan door verschillen in snelheid en efficiency van de reactiemechanismen van de bomen.

De tweede groep vertoont een heel andere reactie. Het lijkt het erop dat de rassen na de eerste infectie door een relatief heftige reactie de schimmel effectief binnen een aantal geïnfecteerde takken/twijgen weet te begrenzen die (deels) afsterven, waarna de rest van de boom zich weer herstelt. Dit sluit goed aan op ervaringen in de praktijk dat in Resista-iepen af en toe wel eens iepziekte symptomen op kunnen treden, maar dat dat zich gewoonlijk beperkt tot enkele twijgen die afsterven waarna de boom zich weer volledig herstelt.

Het lijkt aannemelijk dat bij de resistentie in deze groep (in ieder geval deels) andere mechanismen zijn betrokken dan bij de bovengenoemde groepen. De afwijkende genetische achtergrond van de laatste groep (allemaal 100% kruisingen van *U. pumila* × *U. japonica*) wijst ook in deze richting. Daarbij kan dan met name aan *U. japonica* worden gedacht.

De overige vier rassen in de toets met een gedeeltelijke *U. pumila* achtergrond ('Regal', 'Urban', 'Homestead' en 'Den Haag') lijken in symptoomontwikkeling sterk op de rassen in de eerstgenoemde groep.

2.6 Advies voor de praktijk

De resultaten van de toets laten zien dat er grote verschillen zijn in het resistentie niveau van de geteste rassen. Het beeld is echter niet zwart/wit in de zin dat een ras resistent is of niet. De geteste rassen zijn onderdeel van een continue reeks van zeer resistent tot zeer gevoelig waarbij de verschillen tussen rassen uit hetzelfde deel van die reeks vaak slechts gradueel zijn. Bij een indeling op basis van de waargenomen resistentie ontstaan daardoor overlappende groepen; een absolute rangschikking van de rassen op basis van de toets is niet mogelijk. Wel is het mogelijk om voor het gebruik in de praktijk de rassen in een aantal groepen te onderscheiden door uit te gaan van de vraag: Wat is in de praktijk een aanvaardbaar niveau van resistentie?

Bij het interpreteren van de onderzoeksresultaten t.b.v. een advies over het al dan niet aanplanten van specifieke rassen moet met een aantal zaken rekening worden gehouden:

- De resistentietoets berust op het kunstmatig ziek maken van de geteste rassen. Daarbij is de iepziekteschimmel op een onnatuurlijke en agressieve manier in de getoetste bomen gebracht. Verwacht kan worden dat de geteste rassen in een natuurlijke situatie een na een infectie duidelijk minder symptomen zullen vertonen dan in deze zware test.
- Sommige rassen met een goede zogenaamde veldresistentie worden in toetsen als deze toch ziek doordat bij kunstmatige infectie alleen de inwendige weerstand tegen de iepziekteschimmel wordt getest. Andere mechanismen die bij kunnen dragen aan veldresistentie, zoals bijvoorbeeld een anatomie die binnendringen van de schimmel in de vaten bemoeilijkt, of onaantrekkelijkheid voor de iepenspintkevers, blijven buiten beschouwing. Hierdoor kunnen sommige rassen in de praktijk zich resistenter gedragen dan in de test. *U. laevis* is een voorbeeld uit de praktijk van een soort die niet of nauwelijks wordt besmet met iepziekte omdat de iepenspintkevers andere iepen prefereren boven deze iep. Ook 'Dodoens' lijkt een hogere veldresistentie te hebben dan de resultaten van de toets suggereren.

Op basis van het voorgaande kan, uitgaande van de ziekte-index 8 weken na inoculatie (figuur 2.2) en de toestand in het jaar daarna (figuur 2.5) het volgende advies worden gegeven:

1. Alle rassen met een ziekte-index ≤ 1 8 weken na inoculatie (d.w.z. geen tak- of twijgsterfte en zeer beperkte bladsymptomen) zijn zeer resistent en kunnen algemeen worden aanbevolen, los van de omstandigheden. In de praktijk is momenteel alleen 'Columella' in deze groep in de markt verkrijgbaar. Enkele geteste nieuwe Alterra selecties zouden, afhankelijk van hun andere eigenschappen, een nuttige aanvulling van het sortiment kunnen zijn.
2. Ook rassen met een ziekte-index tussen 1 en 2 in de test hebben een goede resistentie. De kans dat ze in de praktijk ziek worden is daarom klein. Ook deze rassen zijn in de praktijk in de meeste gevallen dus goed bruikbaar. Op basis van de resultaten in het jaar na inoculatie (figuur 2.5) valt deze groep uiteen in twee subgroepen:
 - a. de Resista-iepen die zich in het jaar na inoculatie relatief goed herstelden en
 - b. de Nederlandse selecties 'Lobel', 'Plantijn', 'Clusius' en 'Groeneveld' samen met 'Pioneer' en 'Homestead' uit de USA waarbij de kroonsterfte in het jaar na inoculatie beperkt bleef.Bij een hoge infectiedruk is het waarschijnlijk aan te raden om alleen de eerste subgroep te gebruiken.
3. Het gebruik van de rassen 'Regal', 'Urban' en 'Den Haag' moet op basis van de resultaten afgeraden worden (net als overigens de als vatbare vergelijking in de toets opgenomen 'Commelin' en 'Belgica'). Alleen voor het in stand houden van cultuurhistorisch belangrijke en bijzondere iepenbeplantingen kan overwogen worden om deze rassen nog incidenteel aan te planten.

4. De cultivar 'Dodoens' en *U. laevis* vallen om verschillende redenen (zie hoofdstuk 2.5) op het eerste gezicht buiten deze groepen.

Deze twee iepen worden echter al decennia lang op ruime schaal in Nederland gebruikt en iepziekte wordt hierin slechts incidenteel gemeld. Daarom kunnen ook deze twee iepen met mate, en bij voorkeur niet onder zeer zware infectiedruk, goed gebruikt worden.

Het blijft verstandig om zo veel mogelijk afwisseling in beplantingen te realiseren. Door verschillende iepenrassen, en dan met name rassen met een verschillende genetische achtergrond, te gebruiken wordt het risico zoveel mogelijk gespreid. In de praktijk zijn daarom Amerikaanse en de Nederlandse rassen een goede aanvulling op elkaar.

Het bovenstaande advies is samengevat in tabel 2.3.

Tabel 2.3 *Resistentie en bruikbaarheid van de geteste iepenrassen uit het bestaande sortiment.*

Niveau van resistentie	Rassen	Bruikbaarheid
Hoog	'Columella'	Algemeen
Voldoende	'Sapporo Autumn Gold' Resista 2245-9 'Cathedral' 'New Horizon' 'Rebona'	Algemeen
Voldoende	'Lobel' 'Plantijn' 'Clusius' 'Homestead' 'Pioneer' 'Groeneveld'	Algemeen
Afwijkend (zie tekst)	'Dodoens' <i>U. laevis</i>	Niet bij zeer hoge infectiedruk
Onvoldoende	'Regal' 'Urban' 'Den Haag' 'Commelin' 'Belgica'	Beperkt; alleen voor speciale doelen of om cultuurhistorische redenen

2.7 Literatuur bij hoofdstuk 2

- Duchesne, L.C.; 1988. Resistance mechanisms to Dutch elm disease. *Naturaliste can. (Rev. Ecol. Syst.)* 115:163-167.
- Duchesne, L.C.; 1993. Mechanisms of resistance: Can they help save susceptible elms. In: Dutch elm disease research: Cellular and molecular approaches. Sticklen & Sberald eds., Springer Verlag, New York. p 239-254.
- Geurts, P. en J.A. Hiemstra; 2002. Zomereik populairste boom voor stedelijk gebied. *Tuin & Landschap* 4(2002):36-37; ook verschenen in *De Boomkwekerij* 6 (8 februari 2002):16-17.
- Heybroek, H.M.; 1993. The Dutch elm breeding program. In: Dutch elm disease research: Cellular and molecular approaches. Sticklen & Sberald eds., Springer Verlag, New York. p 108-113.
- Heybroek, H.M., 2000. Notes on elm breeding and genetics. In: *The elms: Breeding, Conservation and Disease Management*, C.P. Dunn ed., Kluwer Academic Publishers, Boston. p. 249-258.
- Heybroek, H.M., L. Goudszwaard en H. Kaljee; 2009. Iep of Olm, Karakterboom van de lage landen. KNNV Uitgeverij Zeist, 272 p.
- Hiemstra, J.A., J. Buiteveld, J. Kopinga, K.G. Kranenborg, M.B.M. Ravesloot, B.J. van der Sluis en S.M.G. de Vries; 2006. Belang en toekomst van de iep. PPO-Bomen, Lisse. 50 p.
- Manly, B.F.J.; 2007. Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in Biology. Chapman & Hall/CRC, 455 p.
- Mitterpergher, L. en A. Santini, 2004. The history of elm breeding. *Invest. Agrar: Sist Recur For* 13(1): 161-177.
- Müller-Kroehling, S., 2003. *Ulmus laevis*. In: Schütt et al., *Enzyklopädie der Holzgewächse*. Landsberg Ecomed Biowissenschaften. CD-rom.
- Tchernoff, V.; 1965. Methods for screening and for the rapid selection of elms for resistance to Dutch elm disease. *Acta Botanica Neerlandica* 14:409-452.

3 Wijze van vermeerdering en stabiliteit

Jitze Kopinga en Jelle Hiemstra

3.1 Achtergrond

“Boomveiligheidsaspecten” zijn voor de groenbeheerder tegenwoordig zeer belangrijk, zo niet doorslaggevend in de keuze om een boomsoort wel of niet aan te planten (ISB, Intergemeentelijke Studiegroep Boomverzorging, pers. mededeling). In het algemeen staat de iep bekend als een boom die goed bestand is tegen stormwind. Vanaf de 60'er jaren in de vorige eeuw zijn er echter meldingen van beplantingen met een opvallende en onverklaarbare hoge mate van instabiliteit (van der Molen et al, 1989; Ros, 1997). Hierbij vallen bomen van 15-20 jaar en ouder soms al bij geringe wind om, waarbij dan blijkt dat de wortelontwikkeling zeer gebrekkig of onregelmatig is en onvoldoende om een goede stabiliteit te waarborgen (afbeelding 3.1).



Afbeelding 3.1 Links een voorbeeld van een stabiele iep ('Dodoens' op een onderstam van *Ulmus glabra*) met een goed ontwikkeld wortelstelsel; rechts een even oude boom (ca. 18 jaar) in dezelfde beplanting en groeiomstandigheden (Doorlopende dijk, Holten) met een sterk achtergebleven wortelontwikkeling (Bron: Kopinga & Ros, 2009).

Het verschijnsel van instabiele iepen wordt vaak aangeduid als “potloodiep”. Als oorzaak werd in eerste instantie gedacht aan de vermeerderingswijze, namelijk door middel van enten op een ongeschikte onderstam met als resultaat al dan niet uitgestelde onverenigbaarheid; of door middel van stekken waarbij de stek eenzijdig was beworteld. Het is echter maar de vraag of dit in alle gevallen de (doorslaggevende) factor is, en er is verder onderzoek nodig om dit probleem definitief op te helderen (Kopinga en Ros, 2009a,b,c; 2010).

Duidelijk is wel dat de combinatie ‘Plantijn’ of ‘Columella’ op zaailingen van *U. glabra* (vroeger *U. montana* genoemd) als onderstam vermeden dient te worden. De overige cultivars kunnen wel op *U. glabra* zaailingen worden veredeld, maar de grote genetische heterogeniteit van deze soort kan ook bij die cultivars leiden tot variabele resultaten. Ook onderstammen van zaailingen van *Ulmus minor* (vroeger *Ulmus carpiniifolia*) kunnen problemen geven, maar over de omvang van de problematiek is minder bekend. Bomen op eigen wortel of op afleggers van *U. ×hollandica* ‘Belgica’ zijn minder onzeker, maar de laatstgenoemde onderstam heeft weer het nadeel dat hij erg vatbaar voor iepziekte is. Een mogelijke oplossing zou het gebruik van een resistente en goed wortelende selectie als onderstam zijn zoals bijvoorbeeld de selectie ‘Stavast’. Hiernaar is echter nog onvoldoende onderzoek gedaan.

3.2 Doel en opzet

3.2.1 Doel

Het onderzoek binnen dit thema was gericht op bovenbeschreven stabiliteitsproblemen die soms bij de iep optreden en de vraag in hoeverre die kunnen worden toegeschreven aan de wijze waarop iepen worden vermeerderd. Omdat bij vermeerdering op *U. glabra* zaailingen onverenigbaarheid op kan treden en vanwege de variabiliteit in de zaailingen van zowel deze soort als *U. minor* is het gebruik van zaailingen als onderstam voor iepencultivars naar de mening van de onderzoekers niet aan te bevelen. Om die reden is deze methode, hoewel gebruikelijk in de praktijk, niet in het onderzoek meegenomen.

Ervan uitgaande dat bij het vermeerderen op onderstam, bij voorkeur goed wortelend, klonaal materiaal kan worden gebruikt heeft het onderzoek zich gericht op de groei van iepen op eigen wortel, iepen op 'Belgica' (een, zeker in het verleden, veelgebruikte onderstam) en iepen op 'Stavast' (een nieuwe sterk wortelende selectie van Alterra).

Het doel van het onderzoek binnen dit deel van het project was daarom het verkrijgen van inzicht in het effect van drie wijzen van vermeerdering (op eigen wortel, *U. × hollandica* 'Belgica' en op de nieuwe onderstam 'Stavast') op de beworteling en de stabiliteit van de resulterende planten.

3.2.2 Opzet

Getracht is om alle bij de start van het onderzoek in de handel in Nederland verkrijgbare iepencultivars mee te nemen in het onderzoek. Daarbij zijn de zogenaamde Resista-iepen buiten beschouwing gelaten omdat deze sowieso altijd op eigen wortel worden vermeerderd. Ook de nieuwe Alterra selecties (zie vorige hoofdstuk) zijn niet meegenomen omdat nog niet bekend is of er uit deze groep cultivars zullen worden uitgegeven (afhankelijk van resistentietoetsing en beoordeling van teelt- en groei-eigenschappen). Bovendien zou de proef erg groot zijn geworden als alle 10 potentiële cultivars waren meegenomen in de proef.

De proefopzet ging uit van het toetsen van drie combinaties per cultivar: eigen wortel, op 'Belgica' en op 'Stavast'. Het hiervoor benodigde materiaal is in 2006 en 2007 vermeerderd en in het voorjaar van 2008 uitgeplant op een praktijkperceel in de Betuwe. Daar is het 3 jaar doorgeweekt. In het vroege voorjaar van 2011 is de eindbeoordeling gedaan; alle bomen zijn gemeten en per combinatie zijn een aantal representatieve bomen gerooid om de ontwikkeling van het wortelstelsel te beoordelen.

3.3 Werkwijze en methoden

3.3.1 Plantmateriaal

De oorspronkelijke proefopzet voorzag in drie herhalingen van 4 bomen (12 bomen per combinatie). Dit bleek niet voor alle cultivars te realiseren. Zo viel de *Ulmus villosa* al snel af vanwege moeilijkheden met vermeerdering vanuit de (reeds volwassen) moederboom, zowel als stek als op diverse soorten onderstam. Ook bleek al snel dat de cultivars Clusius, Dodoens en Den Haag zich niet of nauwelijks op eigen wortel lieten vermeerderen, ook niet vanuit jong stek. Uiteindelijk zijn 7 cultivars vermeerderd op eigen wortel en 10 op 'Belgica' en 'Stavast'. Het daarvoor gebruikte uitgangsmateriaal was afkomstig van de Vermeerderingstuin Zeewolde. Het stekken is uitgevoerd door J. van Roessel (Moergestel) in de zomer van 2006. De vermeerdering d.m.v. wortelenten op 'Belgica' en 'Stavast' is uitgevoerd door G. Schalk (Lienden). Alle materiaal is in 2007 verder opgekweekt in een plastic tunnel bij G. Schalk. Eind 2007 is dit materiaal opgekuild nabij het proefveld t.b.v. uitplanten in het voorjaar van 2008. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de toen beschikbare aantallen van de verschillende cultivar-onderstam combinaties.

Tabel 3.1

Overzicht van het aantal combinaties per cultivar en bewortelingstype voor het opkuilen eind 2007 en de overgebleven aantallen bij het uitplanten in februari 2008.

	Eigen wortel		Belgica		Stavast	
Cultivar	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Clusius	0	0	7	6	10	10
Columella	25	25	13	11	12	10
Dodoens	0	0	17	17	10	10
Groeneveld	34	34	8	8	10	2
Homestead	18	18	9	8	10	10
Lobel	20	20	13	13	12	7
Den Haag	0	0	10	8	13	13
Pioneer	30	30	13	11	13	10
Plantijn	15	15	11	10	10	9
Urban	38	38	13	11	12	12
Totaal	180	180	114	103	112	93

3.3.2 Proefveld

Het opgekuilde materiaal is in de periode tussen 25 en 28 februari 2008 geplant op een perceel van een boomkwekersbedrijf in de Betuwe (Noorderbreedte: 51.56.27 / Oosterlengte: 5.29.12), op een matig zware kleigrond. Dit perceel (hetzelfde als gebruikt voor de resistentietoets -zie hoofdstuk 2) was gekozen vanwege de gunstige bereikbaarheid (vanuit Wageningen) én omdat de grondsoort representatief is voor veel van de standplaatsen waar de iep wordt toegepast én gekweekt. Vooraf is d.m.v. analyse van een grondmonster door het laboratorium van Naktuinbouw vastgesteld dat de bodem van dit perceel vrij was van *Verticillium dahliae*.

Bij het uitplanten bleek dat sommige combinaties de opslagperiode (opkuilen) tussen het rootijdstip in het najaar van 2007 en het plantijdstip in februari 2008 niet overleefden a.g.v. verrotting van de wortels. Dit betrof met name de combinaties 'Groeneveld' op 'Stavast' en 'Lobel' op 'Stavast'. In totaal zijn er 376 bomen uitgeplant, bij loting verdeeld over 7 rijen van ca. 55 plantplaatsen per rij. Tabel 3.1 geeft een overzicht van het aantal bomen per combinatie eind 2007 en het aantal dat uiteindelijk is uitgeplant in 2008.

De bomen zijn geplant op de gangbare wijze (aan een tonkinstok). Het verdere onderhoud aan de bomen werd minimaal gehouden en beperkte zich voornamelijk tot het vrijhouden van de doorgang voor de in de boomteelt gebruikelijke machines en werktuigen en het beheersen van onkruidgroei.

3.3.3 Waarnemingen

Vóór het planten van iedere plant werd de diameter van de stam gemeten, zowel 2 cm onder als boven de entplaats. Van de combinatie "eigen wortel" werd alleen de diameter 2 cm boven de wortelhals gemeten. Daarnaast werden detailfoto's genomen van het wortelstelsel van een voor iedere combinatie representatieve plant.

In februari 2011 is de hoogte en diameter (op 1 m. hoogte) van alle overgebleven planten gemeten. Daarna zijn op 13 april 2011 46 bomen (zie resultaten) gerooid zoals gebruikelijk op een kwekerij voor bomen met naakte wortel waarna het wortelstelsel is afgezaagd, schoongespoten en gefotografeerd. Van deze bomen werden de stamdiameters 5 cm onder en boven de entplaats gemeten. Bij de bomen op eigen wortel, alleen de stamdiameter 5 cm boven de wortelhals. Daarbij zijn tevens detail opnamen gemaakt van het onthout ter hoogte van de entplaats.

3.3.4 Statistische analyse

Hoewel de grote uitval tijdens het experiment dit vaak onmogelijk maakte, zijn waar mogelijk de resultaten statistisch geanalyseerd. Sommige tabellen zijn voorzien van een kolom met de aanduiding "sig. 0,05".

De letters in deze kolom geven aan of de gemiddelden significant van elkaar verschillen: waarden met gelijke letters zijn niet significant verschillend bij een betrouwbaarheidsdrempel (p-waarde) van 0,05 volgens statistische toetsing met ANOVA, of parametervrije toetsen (o.a. Wilcoxon en Mann-Whitney).

3.4 Resultaten

3.4.1 Uitgangssituatie van het plantmateriaal

De gemiddelde stamdiameter onder en boven de entplaats (van de bomen op eigen wortel alleen die op 2 cm boven de wortelaanzet) bij het uitplanten is weergegeven in tabel 3.2. De cijfers geven aan dat de onderstammen 'Belgica' en 'Stavast' qua wortelontwikkeling (gemeten aan de diameter 2 cm onder de wortelaanzet) gemiddeld gezien vergelijkbaar waren. Wanneer dit echter op cultivar niveau wordt bekeken, blijken er wel individuele verschillen te zijn (tabel 3.3). Het meest opvallend zijn de verschillen tussen de beide onderstammen bij de cultivars 'Clusius' en 'Groeneveld' (zie tabel 3.3) waarbij 'Belgica' zich gedurende de doorkweekperiode voor het uitplanten wat forser had ontwikkeld. Van 'Groeneveld' waren echter maar twee exemplaren op 'Stavast' uitgeplant, dus de gegevens daarvan geven slechts een zeer globale, en niet significante indicatie. Daarnaast waren er wat betreft de groei (zowel boven- als ondergronds) op beide onderstammen duidelijke uitschieters naar boven ('Den Haag' en 'Homestead') en naar beneden ('Groeneveld' en 'Columella').

Tabel 3.2 Gemiddelde stamdiameter (in mm) op 2 cm boven en 2 cm onder de entplaats (planten op eigen wortel alleen op 2 cm boven wortelaanzet) op het tijdstip van uitplanten, gerelateerd aan de wijze van vermeerdering.

	Type onderstam	Aantal	Gemiddelde	Sign. 0,05
Stamdiameter 2 cm +	Eigen wortel	180	17.1	a
	Belgica	103	17.0	a
	Stavast	93	13.7	b
Stamdiameter 2 cm -	Belgica	103	23.6	a
	Stavast	93	23.5	a

Tabel 3.3 De gemiddelde stamdiameter (in mm op 2 cm onder de entplaats) bij het uitplanten, per cultivar gerelateerd aan de gebruikte onderstam.

	Onderstam	
Cultivar	Stavast	Belgica
Plantijn	21.7	21.9
Clusius	21.8	27.8
Lobel	22.9	25.0
Groeneveld	11.3*	19.2
Den Haag	27.2	29.0
Homestead	28.7	26.8
Dodoens	22.6	20.1
Pioneer	24.7	27.1
Urban	24.7	25.6
Columella	18.3	18.0

* Gemiddelde berust op slechts 2 planten.

Ook in de stamdiameter boven de entplaats waren per cultivar soms substantiële verschillen aanwezig tussen de planten op verschillende onderstammen (zie tabel 3.4).

Opvallend is daarbij dat de op eigen wortel geteelde bomen gemiddeld genomen een nagenoeg zelfde of hogere stamdiameter hadden als dezelfde cultivar op de onderstam waarop deze het beste “presteerde”. Deze “winst” kwam echter niet zo duidelijk meer naar voren in de meetresultaten van de bovengrondse ontwikkeling aan het einde van de proef (april 2011, zie verderop in dit hoofdstuk).

Tabel 3.4 Gemiddelde stamdiameter (in mm) per cultivar op 2 cm boven de entplaats (bij de bomen op eigen wortel op 5 cm boven de wortelhals) op het moment van uitplanten.

Cultivar	Onderstam		
	Eigen wortel	Stavast	Belgica
Plantijn	20.4	11.4	16.3
Clusius	0.0	12.5	21.2
Lobel	21.2	14.1	17.7
Groeneveld	14.9	6.0*	13.8
Den Haag	0.0	15.7	21.0
Homestead	17.2	14.7	17.4
Dodoens	0.0	15.6	16.6
Pioneer	17.7	13.0	17.3
Urban	15.5	13.6	15.5
Columella	16.4	13.7	15.8
* Gemiddelde berust op < 4 individuen			

3.4.2 Uitval tijdens het experiment

De proef kenmerkte zich door een opvallend hoog uitvalspercentage, d.w.z. ruim hoger dan bij de “traditionele” kweek van iepen normaliter te verwachten is. In de periode dat het materiaal was opgekuild tussen het rooien en het uitplanten trad al 7% uitval op en nog eens 45 % van het uiteindelijk uitgeplante aantal bomen stierf in de periode na uitplanten. Vrijwel alle uitval trad op in de periode tussen aanplant in februari 2008 en april 2010. Tussen april 2010 en april 2011 viel er nog één extra exemplaar uit van de combinaties: ‘Dodoens’ op ‘Belgica’; ‘Homestead’ op ‘Belgica’ en ‘Homestead’ op ‘Stavast’. Dit betreft slechts incidentele gevallen waarvan derhalve niet kan worden aangegeven of de uitval is toe te schrijven aan de ent-onderstam combinatie of aan omgevingsfactoren.

Tabel 3.5 geeft een overzicht van het aantal bomen dat per combinatie is uitgevallen in de periode februari 2008 tot april 2011.

Tabel 3.5 Uitval (aantal in de kolom “verschil” en percentage daarnaast) per cultivar en wortelcombinatie in de periode tussen uitplanten (voorjaar 2008) en oproeien van de bomen (voorjaar 2011).

Cultivar	Eigen wortel				Belgica				Stavast				Totaal	
	2008	2011	Verschil	%	2008	2011	Verschil	%	2008	2011	Verschil	%	N	%
Clusius	0	0	-	-	7	2	5	67	10	4	6	60	11	63
Columella	25	3	22	88	13	0	13	100	12	4	8	67	43	85
Dodoens	0	0	-	-	17	4	13	76	10	4	6	60	19	70
Groeneveld	34	20	14	41	8	1	7	88	10	0	10	100	31	52
Homestead	18	17	1	6	9	1	8	89	10	8	2	20	11	28
Lobel	20	18	2	10	13	0	13	100	12	3	9	75	24	48
Den Haag	0	0	-	-	10	3	7	70	13	6	7	54	14	57
Pioneer	30	30	0	0	13	7	6	46	13	7	6	46	12	14
Plantijn	15	10	5	33	11	1	10	91	10	1	9	90	24	65
Urban	38	32	6	18	13	11	2	15	12	10	2	17	10	13
Totaal	180	130	50	28	114	30	84	74	112	47	65	58	199	45

In hoeverre de uitval kan worden toegeschreven aan abnormale aanslagproblemen door perioden van droogte of wateroverlast is niet aan te geven. Het uitvalspercentage van 28 % van de bomen die op eigen wortel staan is vrij hoog en geeft aan dat de negatieve invloed van wisselende groeiomstandigheden niet kan worden uitgesloten. Wél is duidelijk dat de uitval niet evenredig was verdeeld over alle onderstamcombinaties, ook niet die van dezelfde cultivar. Daarmee maakt het ten aanzien van de kans op uitval dus wel degelijk verschil op welke wijze de bomen zijn vermeerderd. Het is ook niet waarschijnlijk dat per combinatie in de groep van meet af aan zwakkere c.q. kleinere planten meer sterfte voorkwam dan in de groep sterkere planten. Dit is af te leiden uit de slechts geringe, in de meeste gevallen niet significante verschillen tussen de gemiddelde stamdiameters in de uitgangssituatie van de bomen die zijn afgestorven en de bomen die zijn blijven leven (zie tabel 3.6).

Tabel 3.6 De gemiddelde stamdiameter in 2008 van de in 2011 nog levende bomen en de in de periode 2008-2010 uitgevallen bomen, gemeten in mm op 2 cm boven de entplaats en 2 cm onder de entplaats.

Stamdiameter (mm)	Worteltype	Uitvallers		Overblijvers		p-waarde
		Aantal	Gemiddeld	Aantal	Gemiddeld	
2 cm boven entplaats	Eigen wortel	50	16.9	130	17.2	0.71
	Belgica	73	17.2	30	16.6	0.60
	Stavast	46	13.1	47	14.4	0.13
2 cm onder entplaats	Eigen wortel	0	.	0	.	n.v.t.
	Belgica	73	22.8	30	25.4	0.14
	Stavast	46	21.9	47	25.1	0.02

3.4.3 Bovengrondse groei

Aan het einde van het experiment, d.w.z. na drie groeiseizoenen op het proefveld, zijn alle overgebleven bomen opnieuw gemeten. Gemiddeld genomen (tabel 3.7) zijn de bomen op 'Belgica' het sterkst gegroeid, gevolgd door die op eigen wortel. De groei op 'Stavast' was zo bekeken het laagst. Maar er zijn duidelijke verschillen tussen de diverse cultivar-onderstam combinaties. De hierdoor ontstane spreiding in de meetwaarden maakt dat de verschillen in tabel 3.7, hoewel aanzienlijk, in de meeste gevallen statistisch niet significant zijn. Verder zijn de aantallen overgebleven bomen per cultivar-onderstam type door de grote uitval zeer verschillend zodat deze verschillen berusten op een zeer incomplete vergelijking en dus hooguit als een indicatie kunnen worden gezien.

Tabel 3.7 De gemiddelde hoogte en stamdiameter van de bomen per wijze van vermeerdering aan het einde van het experiment.

	Beworteling	Aantal	Gemiddelde	Sign. 0,05
Boomlengte (m)	Eigen wortel	130	5.4	a
	Belgica	30	5.7	b
	Stavast	47	5.1	a
Stamdiameter op 1m (mm)	Eigen wortel	130	52.8	a
	Belgica	30	57.3	a
	Stavast	47	42.6	b

Door de grote uitval was het slechts voor enkele cultivars mogelijk om de groei op verschillende onderstammen te vergelijken. Daarbij blijkt (zie tabel 3.8) dat bij 'Homestead' de bomen op eigen wortel (EW) statistisch significant sneller zijn gegroeid dan die op 'Stavast'. Een vergelijking met de groei op 'Belgica' is niet mogelijk omdat die bomen allemaal zijn uitgevallen. Bij 'Pioneer' bleken de bomen op 'Stavast' significant minder gegroeid dan die op eigen wortel of 'Belgica'. De bomen op eigen wortel waren weliswaar het sterkst gegroeid maar het verschil met 'Belgica' is statistisch niet significant.

Bij 'Urban' ten slotte was de groei op 'Belgica' significant beter dan die op eigen wortel en 'Stavast'. Voor de overige combinaties waren de aantallen te klein voor een goede vergelijking. De beschikbare gegevens van alle combinaties zijn samengevat in bijlage 5.

Tabel 3.8 De gemiddelde lengte en standiameter (op 1m hoogte) van alle in 2011 nog aanwezige combinaties van de cultivars Homestead, Pioneer en Urban. Per cultivar geven verschillende letters significante verschillen weer.

Combinatie	Aantal	Lengte (m)	Sign. 0.05	Diameter (mm)	Sign. 0.05
Homestead-EW	17	5.3	a	58.0	a
Homestead-Stavast	8	5.1	a	42.3	b
Pioneer-EW	30	5.7	a	58.6	a
Pioneer-Stavast	7	5.1	b	39.7	b
Pioneer-Belgica	7	5.6	a	51.7	a
Urban-EW	32	5.6	a	56.6	a
Urban-Stavast	10	5.5	a	53.8	a
Urban-Belgica	11	6.3	b	71.4	b

3.4.4 Wortelontwikkeling en vergroeiing van de ent met de onderstam

Uit de lage overlevingscijfers van de verschillende ent-onderstamcombinaties gedurende de loop van de proef ten opzichte van de op eigen wortel vermeerderde planten (zie tabel 3.5) bleek bij sommige cultivars overduidelijk dat teelt op eigen wortel in de praktijk verreweg de voorkeur geniet. Dit betrof met name 'Groeneveld', 'Lobel' en 'Plantijn'. Nadere inspectie van de ent-onderstam combinaties is bij deze cultivars dan ook verder achterwege gelaten omdat deze combinaties voor de praktijk sowieso weinig relevant zouden zijn. Ook onderstam combinaties van 'Homestead' en 'Pioneer' zijn niet verder onderzocht omdat ook bij deze cultivars het overlevingspercentage op eigen wortel veel hoger was. Voor 'Homestead' was de uitval op 'Stavast' weliswaar beperkt, maar de groei op eigen wortel was aanmerkelijk beter.

Daarnaast was er een aantal cultivars die op eigen wortel moeilijk te kweken bleken, maar waarvan ook veel uitval optrad op zowel 'Belgica' als 'Stavast'. Dit betrof de cultivars Clusius, Dodoens en Den Haag waarbij de uitval gedurende de looptijd van de proef zodanig hoog was dat de meetcijfers zich niet meer leenden voor een statistisch onderbouwde vergelijking. Bij deze cultivars is er daarom voor gekozen om alle nog in leven zijnde bomen van alle combinaties te onderwerpen aan een nadere inspectie.

Bij de overige cultivars (Columella en Urban) waarbij iets minder uitval was opgetreden werd de inspectie beperkt tot een steekproefsgewijze inspectie van een vergelijkbaar aantal onderstamcombinaties.

Overigens waren er van 'Columella' geen bomen op 'Belgica' meer beschikbaar.

Tabel 3.9 geeft een overzicht van de resultaten van de inspectie van de wortelstelsels en de ent-onderstamvergroeiingen. Alle bomen hadden een gezonde en volumineuze wortelontwikkeling, ongeacht de wijze van vermeerderen (afbeelding 3.2 en 3.3).

Tabel 3.9

Samenvatting van de resultaten van de visuele inspectie van wortelontwikkeling en entvergroeiingen.

Combinatie	nr. boom	Entvergroeiing	Beworteling	Opmerking
Clusius-Belgica	2	+	+	
	6	+	+, iets eenzijdig	
Clusius-Stavast	4	+	+	
	6	+	+	
	8	+	+	
	9	+	+, iets eenzijdig	
Columella-Stavast	1	+	+, sterk eenzijdig	
	4	+	+, iets eenzijdig	
	6	+	+	
	10	+	+, eenzijdig	
Columella-EW	14	nvt	+	
	15	nvt	+	
	17	nvt	+, iets eenzijdig	
Dodoens-Belgica	1	+	+, iets eenzijdig	
	7	+	+	
	9	+	+	
	11	+	+	
Dodoens-Stavast	1	+	+	
	3	+	+	
	4	+	+, verticaal iets afgeplat	
	6	+	+	
Groeneveld-EW	4	nvt	+	
	12	nvt	+	
Homestead-EW	11	nvt	+	
	13	nvt	+	
Lobel-EW	3	nvt	+, iets eenzijdig	
	10	nvt	+	
DenHaag-Belgica	2	+	+	
	3	+	+, sterk eenzijdig	
	9	+	+	
DenHaag-Stavast	1	+	+	
	3	+	+	
	5	+	+	
	6	+	+	
	7	+	+	
	8	+	+	
Pioneer-EW	1	nvt	+	
	13	nvt	+, eenzijdig	
Plantijn-EW	4	nvt	+	
	7	nvt	+	
Urban-Belgica	5	-	+	beginnende afstoting
	6	-	+	verregaande afstoting
Urban-Stavast	1	+	+	
	7	+	+	
Urban-EW	13	nvt	+	
	14	nvt	+	

EW eigen wortel
+ voldoende
- onvoldoende
— zeer onvoldoende

Afbeelding 3.2 en 3.3

Voorbeelden van de goede wortelontwikkeling bij enkele in april 2011 gerooide bomen.



Op het oog waren er geen opvallende verschillen tussen de combinaties. Wél viel op dat sommige bomen een sterk eenzijdig ontwikkeld wortelstelsel hadden (zie de afbeeldingen 3.4 en 3.5). Dit verschijnsel kwam voor zowel bij de op onderstam als de op eigen wortel vermeerderde bomen. Omdat tijdens het planten het materiaal over de gehele lijn wél een normaal ontwikkeld wortelstelsel had (afbeelding 3.6 en 3.7) mag worden aangenomen dat de eenzijdige ontwikkeling van de wortels is ontstaan na het uitplanten in 2008.

Afbeelding 3.4 en 3.5

Voorbeelden van eenzijdige beworteling bij het rooien (zie tekst voor toelichting).





Bij het planten was het veld nat en zwaar. De bomen zijn toen door twee man met de hand (d.w.z met de schop) geplant. Het is voorstelbaar dat bij die zware omstandigheden sommige planten in een te klein plantgat zijn gekomen of dat de wortels sterk op elkaar gedrukt. In beide gevallen kan dit de waargenomen eenzijdige ontwikkeling tot gevolg hebben. Voor het planten is wortelsnoei uitgevoerd omdat de planten een erg zware wortelpruik hadden. Mogelijk dat een sterkere wortelsnoei bij het planten het probleem had kunnen beperken. In ieder geval is voor een eenzijdige wortelontwikkeling de wijze waarop het materiaal wordt geplant zeer bepalend. Naar onze mening is de wijze waarop de bomen zijn vermeerderd daarin in dit experiment minder van belang geweest. Hierbij moet tevens worden opgemerkt dat de bomen vanaf het planten “vast” hebben gestaan en niet meer tussentijds zijn ondersneden of verplant. Het verschijnsel geeft echter wél het belang aan van een zorgvuldige plantwijze waarbij de wortels al van meet af aan in alle richtingen onbelemmerd kunnen groeien.

De vergroeiing tussen ent en onderstam was op twee uitzonderingen na in orde. De houtvezelstructuur vertoonde gewoonlijk een normaal en vloeiend verloop (zie afbeelding 3.8). Bij de twee afwijkende gevallen was sprake van bastocclusie (afbeelding 3.9). Dit beeld vertoont overeenkomsten met de inmiddels bekende afstotingsverschijnselen die kunnen optreden bij onder meer de cultivar Plantijn op *Ulmus glabra* zaailingen als onderstam.

Afbeelding 3.8 (links)

Voorbeeld van een normale vergroeiing tussen ent en onderstam (in dit geval 'Den Haag' op 'Stavast'.

Afbeelding 3.9 (rechts)

Voorbeeld van een ent-onderstam combinatie met bastocclusie (in dit geval 'Urban' op 'Belgica'.



3.4.5 Groeiverschillen tussen cultivar en onderstam

Al bij het begin van het experiment was de gemiddelde diameter van de onderstam groter dan die van de daarop staande cultivar (zie tabel 3.2). Bij het einde van het experiment is van alle gerooide bomen (zie tabel 3.9) opnieuw de diameter van de ent en de onderstam gemeten en gerelateerd aan de metingen van dezelfde bomen bij het uitplanten in 2008. Daaruit bleek dat het verschil verder toegenomen was (tabel 3.10). Tevens bleek dat de groei van 'Stavast' achterblijft bij die van 'Belgica', dit verschil is statistisch echter (net) niet significant. Ook blijkt uit deze gegevens opnieuw dat de groei van de spullen op 'Belgica' sterker is dan die op 'Stavast'. Dit verschil is statistisch wel significant en komt overeen met de resultaten van de metingen van de stamdiameter op 1 m. hoogte aan het einde van het experiment (zie tabel 3.8).

Tabel 3.10 Toename van de diameter (mm) van de onderstam en de daarop staande cultivar gedurende de proefperiode.

Diameterbijgroei (mm) 2008-2011		Aantal	Gemiddelde	Sign. 0,05
van de onderstam	Belgica	11	82.9	a
	Stavast	20	65.7	a
van de ent op	Eigen wortel	15	50.0	a,b
	Belgica	11	58.6	b
	Stavast	20	41.9	a

3.5 Discussie

3.5.1 Beperkingen

De hoge uitval heeft het verloop en daarmee de resultaten van deze proef sterk beïnvloed. Het mag niet worden uitgesloten dat dit gedeeltelijk is toe te schrijven aan onverenigbaarheid in een vroeg kweekstadium.

Zo is in tabel 3.5 opvallend dat de uitval van de cv's Homestead, Lobel en Plantijn die op onderstam zijn vermeerderd significant hoger is dan wanneer ze op eigen wortel zijn vermeerderd. De hoge uitval van 'Columella' op eigen wortel was daarentegen vergelijkbaar met die van 'Columella' op onderstam. Dit maakt dat niet kan worden aangegeven in welke mate omgevingsinvloeden dan wel onverenigbaarheid tussen ent en onderstam bepalend zijn geweest voor de uitval.

Daarnaast is de proef op slechts één grondsoort (middelzware klei) uitgevoerd. Hoewel veel iepen op een dergelijke bodem worden gekweekt, kan het resultaat op een zandbodem heel anders zijn. Deze twee factoren samen maken dat "vertaling" van de resultaten naar de gemiddelde kwekerijomstandigheden zeer terughoudend moet gebeuren. Door de hoge uitval bij veel combinaties kunnen er slechts zeer beperkt statistisch onderbouwde uitspraken worden gedaan. Ook over ent-onderstamcombinaties die al gedurende de vermeerdering problemen gaven en derhalve niet in voldoende mate beschikbaar kwamen voor de proef kunnen geen uitspraken worden gedaan. Alleen bij cultivars waarvan tijdens de proef bij meerdere onderstam combinaties voldoende bomen zijn overgebleven kan een redelijk betrouwbare (d.w.z. statistisch onderbouwde) uitspraak worden gedaan over de aanbevolen wijze van vermeerderen.

Ook zijn er ontwikkelingen waargenomen die sterk afwijkend zijn van de ervaringen in de praktijk. Zo is de hoge uitval van 'Columella', zowel op onderstam als op eigen wortel opvallend, gezien de geluiden uit de praktijk dat deze cultivar zich in het algemeen goed laat kweken op zowel een onderstam van 'Belgica' als op eigen wortel. Hiervoor is vooralsnog geen verklaring. Het verdient aanbeveling om, mede gezien de hoge uitval, de proef nog eens te herhalen onder andere kweekomstandigheden en op een andere grondsoort.

3.5.2 Groei en wijze van vermeerderen

Samenvattend kan men stellen dat het ten aanzien van de groei en ontwikkeling van iepen op een kwekerij op matig zware kleigrond gemiddeld genomen niet uitmaakt of de bomen op eigen wortel staan of op een onderstam. Wél moet men er rekening mee houden dat voor sommige cultivars de groei op de ene onderstam gemiddeld wat achter kan blijven ten opzichte van groei op de andere onderstam. Zo mag op basis van de proefresultaten worden verwacht dat de diktegroei van 'Homestead' op 'Stavast' achterblijft bij die van 'Homestead' op 'Belgica'. Voor 'Pioneer' blijft zowel de dikte- als de lengtegroei op 'Stavast' achter bij de bomen die op eigen wortel of op 'Belgica' zijn vermeerderd (die beide onderling vergelijkbaar zijn). Voor 'Urban' is zowel de lengte- als diktegroei op 'Belgica' meer dan op eigenwortel en op 'Stavast' (die beide onderling vergelijkbaar zijn). Van de andere cultivars kan onvoldoende indicatie worden gegeven vanwege het te geringe aantal waarnemingen. Overigens kan de vraag of het daarbij gaat om consistente verschillen op basis van de resultaten van dit onderzoek niet met zekerheid worden beantwoord.

3.5.3 Aanbevolen wijze van vermeerderen

Rekening houdend met de in 3.5.1 aangeduide voorbehouden is toch getracht d.m.v. een pragmatische benadering tot een aantal conclusies voor de praktijk te komen. Voor cultivars waarvan blijkt dat ze niet of nauwelijks op eigen wortel te vermeerderen zijn (in deze proef waren dat 'Clusius', 'Dodoens' en 'Den Haag') is het evident dat vermeerderen op onderstam de meest aangewezen methode is. Groeiverschillen tussen bomen op 'Stavast' en 'Belgica' zouden dan leidend kunnen zijn bij de keuze voor één van de twee onderstammen. Maar die verschillen zijn in dit onderzoek bij deze cultivars niet substantieel of significant. Voor deze cultivars kan dus op basis hiervan geen voorkeur voor één van de twee onderstammen worden uitgesproken. Uit resultaten van de visuele inspectie van de gerooide stobben blijkt vooralsnog ook geen noodzaak om voor een van beide onderstammen te kiezen. In dat geval zal de vraag in hoeverre de onderstam een zekere resistentie moet hebben voor de iepziekte leidend kunnen zijn bij de keuze. 'Stavast' heeft een hoger resistentieniveau dan 'Belgica' (die zeer gevoelig is), en dan verdient 'Stavast' dus de voorkeur.

De uitval (met uitzondering van 'Columella') bij de andere cultivars lijkt geen dwingende noodzaak te zijn voor het kiezen voor vermeerdering op onderstam. De uitval op eigen wortel was geringer, of week in ieder geval niet significant af van die op de geteste onderstammen bij de cultivars Lobel, Groeneveld, Homestead, Urban en met name ook Pioneer. Bij deze cultivars ligt vermeerdering op eigen wortel dus het meest voor de hand.

Als motivatie om bomen die zowel op onderstam als op eigen wortel kunnen worden gekweekt tóch op onderstam te kweken wordt wel eens aangehaald dat bomen op onderstam zich beter zouden ontwikkelen dan bomen op eigen wortel en dus eerder de verlangde minimummaat bereiken. Deze bewering wordt niet ondersteund door de resultaten van dit onderzoek. Gemiddeld genomen was de diktegroei op eigen wortel vergelijkbaar met die op de best presterende onderstam. Hoogstens zou met de combinatie 'Urban' op 'Belgica' enige winst te behalen zijn, maar juist bij deze combinatie zijn als enige problemen met de vergroeiing van ent en onderstam waargenomen zodat deze combinatie niet kan worden aanbevolen. En tweede motivatie om af te zien van het kweken op eigen wortel is de bewering dat de kwaliteit van de beworteling zou achterblijven met bomen die op onderstam zijn gekweekt. Dit zou zelfs een negatieve invloed hebben op de stabiliteit van de boom op hogere leeftijd. Maar ook deze bewering wordt niet ondersteund door de resultaten van dit onderzoek waar uit visuele inspectie bleek dat er geen aantoonbare verschillen waren in bewortelingspatroon, -intensiteit en -volume tussen op onderstam en op eigen wortel gekweekte bomen.

Uiteraard is in de praktijk de keuze voor vermeerdering op onderstam of op eigen wortel ook afhankelijk van de ervaring en mogelijkheden van de individuele kweker. Maar op basis van de resultaten van dit onderzoek lijkt vermeerdering op eigen wortel de meest aan te bevelen methode voor 'Columella', 'Groeneveld', 'Homestead', 'Lobel', 'Pioneer', 'Plantijn' en 'Urban'. In dat geval is de vraag of het wortelstelsel wel voldoende resistent is voor de iepziekte ook niet meer relevant, want het gaat dan immers om cultivars die al een zekere mate van resistentie hebben. Vermeerdering op onderstam lijkt op basis van de uitkomsten van dit onderzoek de beste manier voor 'Clusius', 'Dodoens' en 'Den Haag' waarbij op basis van resistentie voor de iepziekte een voorkeur voor 'Stavast' kan worden uitgesproken.

3.5.4 Stabiliteit op termijn

De onderzoeksopzet en de resultaten van het onderzoek geven geen directe informatie in hoeverre er op hogere leeftijd problemen kunnen optreden met de zgn. uitgestelde onverenigbaarheid of stabiliteit in het algemeen. Maar wél kan iets worden gezegd over de verwachtingen op basis van de beginsituatie.

Belangrijke oorzaken voor latere instabiliteit zijn:

1. Een algehele slechte wortelontwikkeling;
2. De ontwikkeling van wurgwortels;
3. Bijgroei van de stam onder de entplaats die achterblijft bij die boven de entplaats (waardoor de zgn. potloodiepen ontstaan);
4. Uitgestelde incompatibiliteit;
5. Een van meet af aan sterk eenzijdige wortelontwikkeling.

Ad.1: Er zijn geen combinaties aangetroffen met een wortelontwikkeling die aanmerkelijk minder was dan gemiddeld. Alle nader onderzochte combinaties hadden een krachtig ontwikkeld wortelstelsel.

Ad. 2: Bij geen van de onderzochte bomen werden wurgwortels of de aanzet daartoe waargenomen. Hieruit mag worden geconcludeerd dat "spontane" c.q. genetisch bepaalde wurgwortelvorming zoals beschreven door Watson, & Clark (1993) niet of nauwelijks punt van aandacht hoeft te zijn bij de keuze voor een van de drie onderzochte vermeerderingsmethoden, vooropgesteld dat de bomen correct worden geplant en eventuele latente wurgwortels bij het planten worden verwijderd (Johnson & Fallon, ongedateerd; Meilleur, 2007).

Ad 3: Op het moment van rooien was de stamdiameter van de op onderstam vermeerderde bomen onder de entplaats groter dan de diameter boven de entplaats. Deze "voorsprong" was er reeds tijdens het planten en is gedurende de proefperiode gebleven. Het is niet aannemelijk dat deze voorsprong in de loop der jaren omslaat in een achterstand tenzij in het geval van uitgestelde onverenigbaarheid (zie 4).

Ad 4: Hiervoor zijn met uitzondering van de combinatie van 'Urban' op 'Belgica' geen aanwijzingen gevonden.

Ad 5. Hierbij kan worden opgemerkt dat er geen strikte relatie hoeft te zijn tussen de eenzijdige wortelontwikkeling tijdens de kwekerijfase en eenzijdige wortelontwikkeling op hogere leeftijd omdat inmiddels is gebleken dat de wortels die zich bij instabiele iepen eenzijdig ontwikkelen vaak veel jonger zijn dan de beworteling van het oorspronkelijke plantmateriaal (Kopinga & Ros, 2009a).

Wel komt ook uit deze proef duidelijk naar voren dat de plantwijze een niet te onderschatten factor is die van invloed kan zijn op de latere stabiliteit van de bomen. De indertijd door Heybroek c.s. gegeven conclusie dat een verkeerde plantwijze bomen instabiel kan maken (Heybroek, et al. 1989; van der Molen et al. 1989, 1990) blijft daarmee onveranderd geldig. Ook wordt het belang van de vorming van een goede wortelkluit tijdens het (door)kweken van bomen hiermee nogmaals onderschreven.

Samenvattend kan ten aanzien van de beworteling (en daarmee de te verwachten stabiliteit van de bomen) worden gesteld dat er geen aanwijzingen zijn gevonden dat het uitmaakt of de bomen worden vermeerderd op een onderstam van 'Belgica' of 'Stavast' of op eigen wortel, vooropgesteld dat de ent-onderstam vergroeiing goed is. De combinatie 'Urban' op 'Belgica' is vanwege dat laatste vooralsnog niet aan te bevelen; hierbij zijn enkele voorbeelden van problematische vergroeiing tussen de ent en de onderstam waargenomen. Het aantal waarnemingen was echter gering zodat niet kan worden gezegd of het hier gaat om toevalligheden of een structurele incompatibiliteit. Alleen nader onderzoek kan hierover meer inzicht verschaffen. Maar de huidige resultaten geven aan dat 'Urban' zich uitstekend op eigen wortel laat vermeerderen zodat deze keuze meer voor de hand ligt, vooropgesteld dat men genoeg neemt met een iets geringere groei dan op 'Belgica', maar met meer zekerheid dat ook het wortelstelsel een zekere mate van resistentie voor de iepziekte bezit.

3.6 CONCLUSIES

De hoge uitval heeft het verloop en daarmee de resultaten van deze proef sterk beïnvloed. Dit is mogelijk gedeeltelijk toe te schrijven aan onverenigbaarheid in een vroeg kweekstadium, maar ook aan omgevingsinvloeden tijdens de aanslagperiode en ook nog daarna.

Dit maakt dat de vertaling van de resultaten naar de gemiddelde kwekerijomstandigheden en het succes van verschillende vermeerderingsmethoden zeer terughoudend moet gebeuren.

Het verdient aanbeveling om een aantal aspecten (i.c. de achtergronden van de hoge uitval) nog eens apart te onderzoeken onder andere kweekomstandigheden en (tevens) op een andere grondsoort.

Voor wat betreft zowel de groei en ontwikkeling als de vorming van een goed wortelstelsel op een matig zware kleigrond maakt het gemiddeld genomen niet uit of de bomen op eigen wortel staan of op een onderstam. Wel kan voor sommige cultivars de groei op de ene onderstam gemiddeld wat achter kan blijven ten opzichte van groei op de andere onderstam en in een enkel geval blijft de groei op eigen wortel wat achter.

Voor cultivars waarvan in de praktijk blijkt dat ze niet of nauwelijks op eigen wortel te vermeerderen zijn is het evident dat vermeerderen op onderstam de meest aangewezen methode is. De verschillen tussen de prestaties op 'Belgica' en 'Stavast' zijn echter niet zodanig consistent dat kan worden aangegeven of 'Belgica' in het algemeen beter is dan 'Stavast' (of andersom).

Bij de op onderstam vermeerderde bomen blijkt eveneens dat uit eventueel verschil in de kwaliteit van de beworteling geen noodzaak valt te halen om voor een van beide onderstammen te kiezen. In dat geval zal de mate van resistentie van de onderstam voor de iepziekte leidend kunnen zijn bij de keuze van de meest geschikte onderstam. Dan heeft het gebruik van 'Stavast' een voordeel boven dat van 'Belgica'. Overigens is in dit opzicht het resistentieniveau van alle geteste cultivars voldoende hoog om ze ook op eigen wortel te kweken indien dat mogelijk is.

De uitval (met uitzondering van 'Columella') bij de onderzochte andere cultivars lijkt geen dwingende noodzaak te zijn voor het kiezen voor vermeerdering op onderstam. De uitval op eigen wortel was gemiddeld geringer, of week in ieder geval niet significant af van de op onderstam vermeerderde bomen. Bij de cultivars 'Groeneveld', 'Homestead', 'Lobel', 'Pioneer', 'Plantijn' en 'Urban' lijkt vermeerdering op eigen wortel goede vooruitzichten te geven. Of dit ook voor 'Columella' het geval is zal nader moeten blijken uit de (toekomstige) ervaringen van de kwekers met deze methode.

Dit geldt ook voor 'Clusius', 'Dodoens' en 'Den Haag' waarvan in deze proef onvoldoende materiaal op eigen wortel beschikbaar kon komen.

Alhoewel de onderzoeksopzet en de resultaten van het onderzoek nog onvoldoende informatie geven over de zgn. uitgestelde onverenigbaarheid op hogere leeftijd van de boom, zijn er geen aanwijzingen dat problemen kunnen optreden met de latere stabiliteit van de getoetste combinaties bij de keuze voor een van de methodes (op eigen wortel of op onderstam). En gezien de groeiverschillen tussen de onderstam en de cultivars is het ook niet zo waarschijnlijk dat op hogere leeftijd zich nog "potloodiepen" zullen ontwikkelen. Wél blijkt dat de manier waarop vanaf het begin wordt doorgekweekt zeer bepalend is voor het ontstaan van een eenzijdige beworteling wat wél bepalend kan zijn voor de latere stabiliteit van de boom.

Samenvattend kan worden gesteld dat er ten aanzien van de stabiliteit op hoger leeftijd van de bomen geen aanwijzingen zijn gevonden dat het verschil uitmaakt of de bomen worden vermeerderd op een onderstam van 'Belgica' of 'Stavast' of op eigen wortel, vooropgesteld dat een ent-onderstam vergroeiing van meet af aan goed is aangeslagen.

3.7 Literatuur bij hoofdstuk 3

- Heybroek, H.M.; R.J. Scheffer & S.H. van der Molen. 1989. Iep en onderstam: een proef. Groen 45 (11): 38-40.
- Johnson, G & D. Fallon. Stem Girdling roots – The Underground Epidemic Killing our Trees. Ongedateerd manuscript, University of Minnesota. 22p.
- Kopinga, J. & E. Ros. 2009 (a). Richtlijnen voor de beoordeling van de stabiliteit van iepen in het kader van boomveiligheidscontroles. Notitie opgesteld voor de Intergemeentelijke Studiegroep Boomverzorging. 17 pp. ISB-Den Haag.
- Kopinga, J. & E. Ros. 2009 (b). Instabiliteit van iepen deel 1: probleemstelling. Bomen nr. 8: 4-7.
- Kopinga, J. & E. Ros. 2009 (c). Instabiliteit van iepen – Kwaliteit van de beworteling. Bomen nr. 9: 4-7.
- Kopinga, J. & E. Ros. 2010. Instabiliteit van iepen – Stappenplan. Bomen nr. 10: 4-7.
- Meilleur, G. 2007. Root pruning: severing subterranean stranglers. Tree Care Industry, July 2007: 8-14.
- Molen, S. van der; R. Scheffer & H. Heybroek. 1990. Wortel- en ent/onderstamproblemen bij klonale iepen - Rapport over het onderzoek binnen het project Wortelproblemen bij klonale iepen, uitgevoerd tussen 1 december 1987 en 1 oktober 1989. Rapport nr. 1990-5. Ministerie LNV, directie Bos- en Landschapsbouw.
- Molen, S. van der; R. Scheffer & H. Heybroek, 1989. Instabiliteit bij iepen. Groen 45 (6) 30-33.
- Ros, E. 1997. Het potloodprobleem houdt onderzoekers bezig – onduidelijke processen leiden tot het omvallen van iepen. Tuin & Landschap 8 (1997): 54-55.
- Santamour, J.F. 1988. Graft compatibility in woody plants: an expanded perspective. Journal of Environmental Horticulture 6(1); 27-32.
- Watson, G.W. & S. Clark. 1993. Regeneration of girdling roots after removal. Journal of Arboriculture 19(%): 278-280.

4 Groei- en gebruikseigenschappen

4.1 Achtergrond en opzet

Het doel van dit deel van het project “Toekomst voor de iep” was het in kaart brengen van de groei- en gebruikseigenschappen van het huidige iepensortiment (d.w.z. van de recent uitgegeven “resistente” rassen) onder Nederlandse omstandigheden. Een goed beeld van de gebruikseigenschappen van het nieuwe iepensortiment kan alleen worden verkregen door toetsing in de praktijk. Daarbij zijn de resultaten het duidelijkst als alle te toetsen rassen naast elkaar in één beplanting aanwezig zijn zodat groei en ontwikkeling van de recente iepenrassen op één locatie onderling en met het bestaande sortiment kunnen worden vergeleken. Dergelijke beplantingen zijn er niet in Nederland en de kosten van aanleg ervan zijn hoog door het grote aantal bomen en de grote benodigde ruimte.

In de voorbereidende fase van dit project is daarom samenwerking gezocht met de gemeente Amsterdam die medewerking toezegde, o.a. om verdere invulling te geven aan het begrip “Iepenhoofdstad van Europa”. De plannen voor het westelijk havengebied en voor IJburg boden prima mogelijkheden voor de aanleg van twee grote proefbeplantingen. Daarbij vullen deze twee gebieden elkaar goed aan; IJburg als stedelijke omgeving met straatbomen in de verharding en het westelijk havengebied als buitengebied met veel invloed van de wind. Deze beplantingen zijn beschreven in paragraaf 4.2.

Om de waarde van de verschillende rassen in een breder perspectief te plaatsen zijn aanvullende gegevens over het gedrag van deze rassen op andere locaties nodig. Daarvoor worden waarnemingen gedaan enerzijds in bestaande iepenbeplantingen en anderzijds in speciaal aangelegde kleinere beplantingen in andere gemeenten om de mogelijkheden van specifieke rassen ook onder andere omstandigheden (bodem/klimaat) te kunnen beoordelen. Hiervoor is samenwerking gezocht met een reeks van gemeenten verspreid door Nederland. Bij de monitoring van de ontwikkelingen in de verschillende proefbeplantingen wordt gebruik gemaakt van de systematiek zoals ontwikkeld in het Gebruikswaarde Onderzoek Laanbomen (zie www.straatbomen.nl).

Het budget van het project “Toekomst voor de iep” voorzag alleen in een eerste waarneming in de twee grote beplantingen in Amsterdam en de begeleiding van de opbouw van een netwerk van aanvullende beplantingen. Voorwaarde bij de toekenning van het budget voor het project door het Productschap Tuinbouw was dat voor de verdere monitoring van de twee beplantingen in Amsterdam en de satellietbeplantingen op andere locaties aanvullende financiering zou worden gezocht. Daarvoor is in samenwerking met een aantal gemeenten een tweede project gestart: “Monitoring Iepenbeplantingen”. De gemeenten leggen de beplantingen aan en verzorgen het onderhoud, PPO doet de waarnemingen en zorgt voor een jaarlijkse rapportage. Het geheel wordt gefinancierd door een jaarlijkse bijdrage over een periode van 5 jaar door de deelnemende gemeenten. Paragraaf 4.3 geeft een overzicht van de deelnemende gemeenten en de in dit tweede project opgenomen iepenbeplantingen.

4.2 Proefbeplantingen Amsterdam

4.2.1 Westelijk havengebied

De beplanting in het westelijk havengebied is in het voorjaar van 2007 aangelegd. De bomen zijn direct in de aanwezige bodem in een groenstrook langs de Verlegde Noordzeeweg geplant (afbeelding 4.1). Daarbij zijn 191 bomen van 18 rassen geplant (9-13 per ras). In 2009 zijn 34 bomen tijdelijk in depot gezet vanwege de aanleg van een leiding in een deel van de berm waar de iepen geplant waren (zie tabel 4.1).



Afbeelding 4.1 Overzicht van de iepenbeplanting aan de Verlegde Noordzeeweg in Amsterdam.

Tabel 4.1 Aantallen bomen per cultivar in de proefbeplanting aan de Verlegde Noordzeeweg in Amsterdam. Tussen haakjes de bomen die in 2009 tijdelijk in depot zijn gezet.

Ras	Aantal	Ras	Aantal
'Commelin'	9 (3)	'Cathedral'	11 (1)
'Groeneveld'	10 (1)	'New Horizon'	13 (3)
'Lobel'	10 (4)	'Regal'	10 (1)
'Dodoens'	11 (3)	'Rebona'	11 (1)
'Plantijn'	12 (5)	'Sapporo Autumn Gold'	10 (2)
'Clusius'	12 (1)		
'Columella'	12 (2)	'Homestead'	9
'Lutèce'	11	'Pioneer'	9 (2)
		'Urban'	9
<i>Ulmus laevis</i>	11 (2)		
<i>Ulmus pumili</i> 'Den Haag'	11 (2)		
Totaal			191 (34)

4.2.2 IJburg

In IJburg (afbeelding 4.2) is in principe hetzelfde sortiment geplant; alleen enkele zeer breed uitgroeiende rassen ('Commelin', 'Den Haag' en 'Urban') zijn in verband met de beperkingen van de stedelijke omgeving niet meegenomen. Hier zijn over de periode 2008-2010 in totaal 205 bomen van 15 cultivars geplant (tabel 4.2). De aantallen per ras variëren hier sterk (3-27 bomen per ras) onder andere door problemen met de leverbaarheid van het gewenste plantmateriaal.

De bomen hebben bij het planten allemaal ca. 20 m³ bomenzand meegekregen.



Afbeelding 4.2 Overzicht van een deel van de iepenbeplanting in IJburg.

Tabel 4.2 Aantallen bomen in de proefbeplantingen in IJburg.

Ras	Aantal	Ras	Aantal
'Commelin'	-	'Cathedral'	15
'Groeneveld'	10	'New Horizon'	18
'Lobel'	20	'Regal'	9
'Dodoens'	21	'Rebona'	15
'Plantijn'	23	'Sapporo Autumn Gold'	12
'Clusius'	18	'Homestead'	4
'Columella'	27	'Pioneer'	9
'Lutèce'	3	'Urban'	-
<i>Ulmus laevis</i>	6		
<i>Ulmus pumili</i> 'Den Haag'	-		
Totaal			205

4.2.3 Waarnemingen en rapportage

In de beplanting in het havengebied is in 2008, 2009 en 2010 de diameter van alle bomen gemeten. In 2009 en 2010 is daarbij ook de eventuele aanwezigheid van dood hout in de kroon vastgelegd en in 2010 is de vorm van de doorgaande spil beoordeeld. Op alle data zijn ook foto's van representatieve bomen gemaakt.

In de beplanting in IJburg zijn de waarnemingen beperkt tot het meten van de diameter van alle aanwezige bomen in elk jaar van de periode 2007-2010. Vanaf 2010 worden (in verband met het toenemende aantal bomen) maximaal 10 bomen per ras gemeten en beoordeeld. Ook hier zijn bij elk bezoek foto's gemaakt. Over de toestand van de beplantingen en de ontwikkeling van de bomen in de proefbeplantingen in Amsterdam is tot nog toe drie maal aan de gemeente gerapporteerd; de tussenrapportages over 2009, 2010 en 2011.

4.3 Aanvullende beplantingen

In het project "Monitoring iepenbeplantingen" is inmiddels een netwerk met 8 deelnemers opgebouwd: vanaf 2009 de gemeente Amsterdam (2x: de centrale stad en de gezamenlijke stadsdelen), de gemeente Westland en de gemeente Wijdmeren; vanaf 2010 de gemeenten Deventer en Bontel; vanaf 2011 de gemeente Rotterdam; en vanaf 2012 de gemeente den Haag. Aan verdere uitbreiding wordt gewerkt. Met de deelnemende gemeenten is de afspraak gemaakt dat ze in principe deelnemen voor 5 jaar. Een overzicht van het iepensortiment in de proefbeplantingen in de verschillende gemeenten is weergegeven in tabel 4.3 (de hoofdletters boven de kolommen geven de gemeente aan).

Tabel 4.3 *Iepenrassen in de proefbeplantingen in de aan het project "Monitoring iepenbeplantingen" deelnemende gemeenten.*

	A IJ	A H	W	D	B	R	d H		A IJ	A H	W	D	B	R	d H
'Commelin'	X							'Cathedral'	X	X	X				
'Groeneveld'	X	X					X	'New Horizon'	X	X	X		X	X	
'Lobel'	X	X	X	X	X	X	X	'Regal'	X	X		X			
'Dodoens'	X	X		X		X	X	'Rebona'	X		X	X			
'Plantijn'	X	X			X		X	'Sapporo Autumn Gold'	X						
'Clusius'	X	X		X		X	X	'Homestead'	X	X			X		
'Columella'	X	X	X	X	X	X		'Pioneer'	X	X					
'Lutèce'	X							'Urban'	X						
<i>Ulmus laevis</i>	X					X		San Zanobi				X			
<i>Ulmus pumila</i> 'Den Haag'	X														

5 Website en communicatie

5.1 Website

Het 4^e thema in het project was het beschikbaar maken van informatie over het huidige iepensortiment. Daartoe was in de projectbeschrijving opgenomen het opbouwen van een “iepen-website”, om de resultaten van het in de voorgaande hoofdstukken besproken onderzoek samen met bestaande informatie gemakkelijk toegankelijk te maken voor producenten, beleidsmakers en gebruikers van iepen. Als eerste stap daartoe is de naam www.toekomstvoordeiep.nl geclaimd.

Tijdens de verdere voorbereiding voor de website werd geconcludeerd dat het beste moment om een dergelijke site te “lanceren” is op het moment dat er ook echt nieuwe informatie is. Omdat de veldproeven meerjarig zijn komt het overgrote deel van de nieuwe informatie pas aan het einde van het project beschikbaar. Daarom werd besloten om gedurende het project voor de communicatie via internet aan te sluiten bij de website www.straatbomen.nl. Op die site is een aparte pagina gecreëerd voor het project “Toekomst voor de iep” (<http://www.straatbomen.wur.nl/NL/projecten/iep>) waar de belangrijkste informatie over het project en publicaties uit het project zijn geplaatst.

Het ligt in de bedoeling om aan het einde van het project in samenwerking met het project “Monitoring iepenbeplantingen” deze pagina uit te breiden tot een echte iepensite door daarop enerzijds de resultaten van het project “Toekomst voor de iep” te plaatsen en anderzijds daarop de deelnemende gemeenten en proefbeplantingen uit het monitoringsproject zichtbaar te maken. Verder zullen daar dan de publicaties uit de verschillende projecten worden geplaatst en links naar verwante sites met relevante informatie over de iep.

5.2 Communicatie

Gedurende het project is veel aandacht besteed aan communicatie over de waarde van de iep en de mogelijkheden van het nieuwe sortiment en het onderzoek daaraan. Daarbij is er zeer regelmatig gepubliceerd in de verschillende vakbladen (ook internationaal) en zijn presentaties verzorgd in binnen- en buitenland.

5.2.1 Publicaties

- J.A. Hiemstra, J. Kopinga & J. Buiteveld (2007). Red de iep. *De Boomkwekerij* 20(5)18-19.
- J.A. Hiemstra (2007). Toekomst voor de iep. Poster gepresenteerd in o.a. PPO-stand op beurzen (bijv. Groot Groen) en bij onderzoek bijeenkomsten.
- G. Mackenthun und J.A. Hiemstra (2008). Ulmen für die Zukunft, Zukunft für die Ulmen; Der Resistenztest in den Niederlanden 2007 – 2009. *Schriftenreihe des Ulmen Büros* 2008-1.
- G. Mackenthun und J.A. Hiemstra (2008). Ulmen für die Zukunft, Zukunft für die Ulmen; Der Resistenztest in den Niederlanden 2007 – 2009. *Baumzeitung* 3(2008)34-36.
- J.A. Hiemstra (2008). Zukunft für die Ulmen, Das Ulmentestprogram in den Niederlanden 2005-2010. *Stadt + Grün* 10/2008: 33-37.
- J.A. Hiemstra (2008). *Interview* en demonstratie op DVD “De Iep; Het Groene Goud” geproduceerd door AT5 voor gemeente Amsterdam.
- J.A. Hiemstra (2009). New perspectives for the use of elms as street trees. Page 62 in *Abstract Book 2nd International Conference on Landscape and Urban Horticulture*. 9-13 June 2009, Bologna. Italië.
- J. Kopinga & E. Ros (2009). Instabiliteit van iepen deel 1: probleemstelling. *Bomen, het vakblad voor de boomverzorging* 2009(9): 4-7.
- J.A. Hiemstra & J. Buitenveld (2010). New perspectives for the use of elms as street trees. *Acta Horticulturae* Number 881; *Proceedings of the Second International Conference on Landscape and Urban Horticulture*. ISHS, Nov. 2010. Vol. 1, page 257-261.

- J. Kopinga & E. Ros (2010). Instabiliteit van iepen deel 3. Bomen, het vakblad voor de boomverzorging 2010 (1) 4-7.
- S. Crooijmans (2010). Hoopvolle toekomst voor de iep. De Boomkwekerij 14 (9 april 2010) 16-17.
- P. Bennink & J.A. Hiemstra (2011). Nederland spil in internationaal iepenonderzoek. Tuin en Landschap, 33(13 A), 22-25.
- N. Beintema en J.A. Hiemstra (2012). De iep is weer te vertrouwen. Wageningen World 2012(4)26-27.
- Wageningen UR (2012). Weer toekomst voor de iep. Advertentie op voorpagina NRC Weekend 17-7-2012.
- Wageningen UR (2012). Dossier iep: <http://www.wageningenur.nl/nl/show/iep-in-Nederland.htm>
- Wageningen UR (2012). YouTube filmpje Terugkeer van de iep: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=St7NcYmh0rY
- B. Dankert (2012). Gezonde iep keert geleidelijk terug in de Nederlandse straten. Nederlands Dagblad 22-12-2012.
- B. Dankert (2012). Gezonde iep keert langzaam terug in het straatbeeld. De Gelderlander 24-12-2012

5.2.2 Presentaties

- 29 mei 2008, J.A. Hiemstra. New perspectives for the elm as street tree in the Netherlands. 1st International Symposium on Woody Ornamentals; 26-30 mei 2008, Pruhonice, Tsjechië.
- 6 mei 2008, J.A. Hiemstra. Gebruikswaarde onderzoek iep. Beheerdersoverleg gemeente Amsterdam.
- 1 september 2008, J.A. Hiemstra. Toekomst voor de iep? Lezing voor de leden van de Iepenwacht Fryslân, Randwijk.
- 2 oktober 2008, J.A. Hiemstra. Toekomst voor de iep? Lezing Iepensymposium Amsterdam, Amsterdam.
- 10 november 2008, J.A. Hiemstra. Toekomst voor de iep? Bestuursvergadering Iepenwacht Fryslân, Joure.
- 9 december 2008, J.A. Hiemstra. Overzicht van het onderzoek aan laanbomen door PPO in 2008. Presentatie voor studiekring Opheusden.
- 11 juni 2009, J.A. Hiemstra. New perspectives for the use of elms as street trees. 2nd International Conference on Landscape and Urban Horticulture, Bologna, Italië.
- 18 juni 2009, J.A. Hiemstra. Untersuchungen an Stadtbäumen in den Niederlanden. GALK-Tagung, Schwerin, Duitsland.
- 11 september 2009, J.A. Hiemstra. Het onderzoek aan laanbomen. Jaarvergadering cultuurgroep laanbomen, Haaren.
- 18 januari 2010, J.A. Hiemstra. Overzicht van het laanbomenonderzoek van PPO. Presentatie voor Studiekring Opheusden.
- 8 oktober 2010, J.A. Hiemstra. Toekomst voor de iep?! Najaarsoverleg Intergemeentelijke Studieclub Boomverzorging (ISB). Wageningen.
- 23 september 2010, J.A. Hiemstra. Toekomst voor de iep ?! Presentatie tijdens PPO-Tmt kennismiddag bij boomkwekerij Crum., Dodewaard.
- 24 november 2011, J.A. Hiemstra. Iepziekeresistentie en gebruikswaarde van nieuwe iepenrassen. Presentatie tijdens startbijeenkomst van het project "Herplant van Iepen in de Waddenregio" van de Stichtingen Iepenwacht Fryslân en Groningen. 24 november 2011, Wehe-den Hoorn.
- 28 november 2011, J.A. Hiemstra. Iepziekeresistentie en gebruikswaarde van nieuwe iepenrassen. Presentatie voor sortimentscommissie van het beheerdersoverleg van de gemeente den Haag.
- 19 december 2011, J.A. Hiemstra. Toekomst voor de iep. Presentatie op kennisbijeenkomst PPO i.s.m. studieclub en kring Opheusden.
- 2 juli 2012, J.A. Hiemstra. Testing new Ulmus varieties; DED resistance of elms recently introduced in the Netherlands. 2nd International Symposium on Woody Ornamentals of the Temperate Zone. 1-4 juli 2012, Gent, België.

6 Samenvatting

De iep was aan het begin van de 20e eeuw de belangrijkste laanboomsoort in Nederland. Door de problemen met iepziekte nam het belang van de iep in de loop van de 20e eeuw sterk af. De iep is echter een ideale laan- en straatboom die in grote delen van Nederland niet gemist kan worden. Inmiddels zijn er nieuwe rassen die veel beter bestand zijn tegen de iepziekte. Deze rassen worden door onbekendheid en gebrek aan vertrouwen bij de beheerders nog te weinig gebruikt.

Om de iep in Nederland weer toekomst te geven is in 2006 door PPO i.s.m. Alterra, de gemeente Amsterdam en Boomkwekerij de Bonte Hoek een project gestart wat zich richtte op het testen en vergelijken van de nieuwe rassen uit Nederland en Amerika onder Nederlandse omstandigheden. Daarbij zijn drie aspecten onderzocht: de resistentie tegen iepziekte, de gebruikswaarde en de invloed van de wijze van vermeerdering op de beworteling en stabiliteit.

Resistentie tegen iepziekte

De resistentie van het hele moderne iepensortiment (zoals beschikbaar in Nederland in 2005) is getoetst in een veldproef met ruim 1000 planten van 29 rassen/soorten: zes rassen uit het vroegere veredelingsprogramma van de Dorschkamp ('Groeneveld', 'Lobel', 'Dodoens', 'Plantijn', 'Clusius' en 'Columella'); tien nieuwe nog niet uitgegeven Alterra iepenklonen (uit hetzelfde veredelingsprogramma); *Ulmus pumila* 'Den Haag' (volgens sommige beheerders resistent), *U. laevis* (in de praktijk geen last van iepziekte), vijf Amerikaanse rassen (de zogenaamde Resista®-iepen), het Amerikaanse ras 'Sapporo Autumn Gold' (uit hetzelfde veredelingsprogramma), drie rassen uit andere Amerikaanse veredelingsprogramma's: 'Homestead', 'Pioneer' en 'Urban', en ten slotte de oude Nederlandse rassen *U. xhollandica* 'Belgica' en 'Commelin' als (vatbare) referentie.

Voor de test zijn de bomen verdeeld in vier groepen die op verschillende tijdstippen in de jaren 2008 en 2009 d.m.v. kunstmatige infectie (staminoculatie) zijn besmet met iepziekte. De symptomontwikkeling en eventueel herstel van zieke bomen is gedurende twee jaar gedetailleerd beschreven m.b.v. een ziekte-index en een schatting van het percentage kroonsterfte. Uit de resultaten bleek dat het goed mogelijk is om op deze wijze de resistentie van iepen te testen en onderling te vergelijken. Al na enkele weken werden de eerste symptomen zichtbaar en uiteindelijk ontstond er een spectrum lopend van rassen met zeer weinig symptomen (hoge mate van resistentie) tot rassen met een zeer sterke symptomen (lage resistentie). De verschillen zijn echter slechts gradueel. Bij een indeling op basis van de waargenomen resistentie ontstaan overlappende groepen waardoor een absolute rangschikking van de individuele klonen op basis van de toets statistisch gezien niet mogelijk is. Wel is echter een goed beeld verkregen van de mate van resistentie van de verschillende rassen. Op basis van de resultaten werden de volgende conclusies getrokken:

- Er zijn voldoende resistente rassen om de iep als straat- en landschapsboom voor Nederland te behouden.
- De rassen met zeer weinig symptomen in de test zijn algemeen bruikbaar in Nederland. Hiervan is momenteel alleen 'Columella' in de markt beschikbaar; enkele van de Alterra klonen in deze groep zullen waarschijnlijk in de komende jaren worden uitgegeven.
- Daarnaast is er een vrij grote groep rassen die in de test slechts beperkte symptomen ontwikkelde. Deze groep, bestaande uit de NL selecties 'Lobel', 'Clusius', 'Plantijn' en 'Groeneveld'; de Resista's 'Cathedral', 'New Horizon' en 'Rebona'; het ras 'Sapporo Autumn Gold' en de USA selecties 'Homestead' en 'Pioneer' is in de praktijk ook goed bruikbaar.
- De cultivar 'Dodoens' en *U. laevis* kwamen om verschillende redenen wat minder goed uit de test, maar kunnen, gezien de langjarige goede ervaringen in de praktijk met deze rassen, met mate en bij voorkeur niet onder zeer zware infectiedruk, ook goed gebruikt worden.
- Het gebruik van de cultivars 'Regal', 'Urban' en 'Den Haag' moet op basis van de resultaten afgeraden worden (net als overigens 'Commelin' en 'Belgica').
- Ten slotte blijft het verstandig om zo veel mogelijk afwisseling in beplantingen te realiseren. Door verschillende cultivars, en dan met name cultivars met een verschillende genetische achtergrond, te gebruiken wordt het risico zoveel mogelijk gespreid.

Onderdeel Vermeerdering en stabiliteit

Voor het onderzoek naar stabiliteit is de wortelgroei en –ontwikkeling van de belangrijkste cultivars op de nieuwe onderstam *Ulmus* 'Stavast' onderzocht en vergeleken met die van planten vermeerderd op eigen wortel en op *U. hollandica* 'Belgica'. Een vergelijking met *U. glabra* onderstammen is niet meegenomen omdat deze wijze van vermeerdering vanwege de kans op (uitgestelde) onverenigbaarheid en individuele variatie vermeden dient te worden. De geteste combinaties zijn alternatieven hiervoor. Eind februari 2008 zijn 375 bomen uitgeplant op het proefveld in Ommeren. Daarbij werd de hoogte en diameter van elke boom vastgelegd. Eind 2010 is de ontwikkeling van de bomen opnieuw beoordeeld en de hoogte en diameter opnieuw gemeten. In het vroege voorjaar van 2011 is ten slotte de wortelkwaliteit van de bomen beoordeeld.

De zeer hoge uitval heeft het verloop en daarmee de resultaten van deze proef helaas sterk beïnvloed. Het verdient daarom aanbeveling om de proef nog eens te herhalen onder andere teeltomstandigheden en op een andere grondsoort. Samenvattend kan op basis van de beperkte resultaten worden gesteld dat:

- het voor de groei en ontwikkeling op een matig zware kleigrond gemiddeld genomen niet uitmaakt of de bomen op eigen wortel staan of op een onderstam van 'Belgica' of 'Stavast'. Wél kan voor sommige cultivars de groei op de ene onderstam wat achter blijven ten opzichte van groei op de andere onderstam en in een enkel geval blijft de groei op eigen wortel wat achter.
- er ten aanzien van vorming van een goed wortelstelsel en de stabiliteit op hoger leeftijd van de bomen geen aanwijzingen zijn gevonden dat het verschil uitmaakt of de bomen worden vermeerderd op een onderstam van 'Belgica' of 'Stavast' of op eigen wortel.
- bij de cultivars 'Groeneveld', 'Homestead', 'Lobel', 'Pioneer', 'Plantijn' en 'Urban' vermeerdering op eigen wortel goede vooruitzichten lijkt te geven.
- de beperkte en weinig consistente verschillen in de kwaliteit van de beworteling geen aanleiding geven om voor een van beide onderstammen ('Stavast' of 'Belgica') te kiezen.
- verder onderzoek naar het gebruik van 'Stavast' op zijn plaats is omdat deze onderstam een zekere mate van resistentie tegen iepziekte heeft; en daarmee wel een voordeel heeft t.o.v. de zeer vatbare 'Belgica'.

Onderdeel gebruikswaarde

Hiertoe is een netwerk opgebouwd van proefbeplantingen van de "nieuwe" resistente iepenrassen in meerdere gemeenten. De basis hiervoor was de aanleg van twee grootschalige iepenbeplantingen door de gemeente Amsterdam; op IJburg (18 rassen) en in het Westelijk Havengebied (11 rassen). Dit is vanaf 2009 uitgebreid met satelliet-beplantingen in andere gemeenten: Westland en Wijde Meren in 2009, Deventer en Boxtel in 2010, Rotterdam in 2011 en Den Haag in 2012. Doel is het verzamelen van goed gedocumenteerde informatie over de gebruikswaarde in de praktijk onder Nederlandse omstandigheden. De verdere monitoring en analyse van de ontwikkeling van de bomen in deze beplantingen is het onderwerp van de tweede fase van het project "Toekomst van de iep", die wordt gefinancierd door de gezamenlijke deelnemende gemeenten. In elk van de deelnemende gemeenten loopt deze fase in principe minimaal 5 jaar vanaf het toetreden tot het netwerk.

Communicatie en website

Naast onderzoek is veel aandacht besteed aan communicatie van de resultaten d.m.v. lezingen en publicaties. De resultaten en publicaties vanuit en over het project zijn beschikbaar gemaakt via een eigen pagina voor het project Toekomst van de iep (<http://www.straatbomen.wur.nl/NL/projecten/iep>) op de straatbomensite www.straatbomen.nl. Hierop zullen vanaf 2013 ook de onderzoeklocaties en de resultaten uit de tweede fase van het onderzoek zichtbaar worden gemaakt.

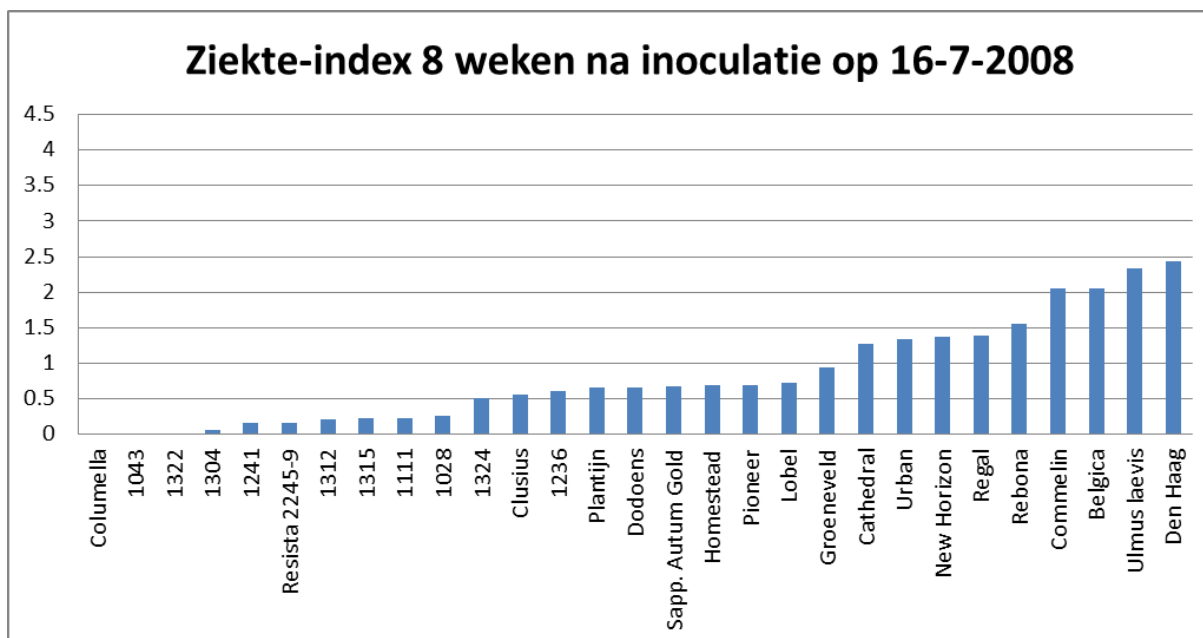
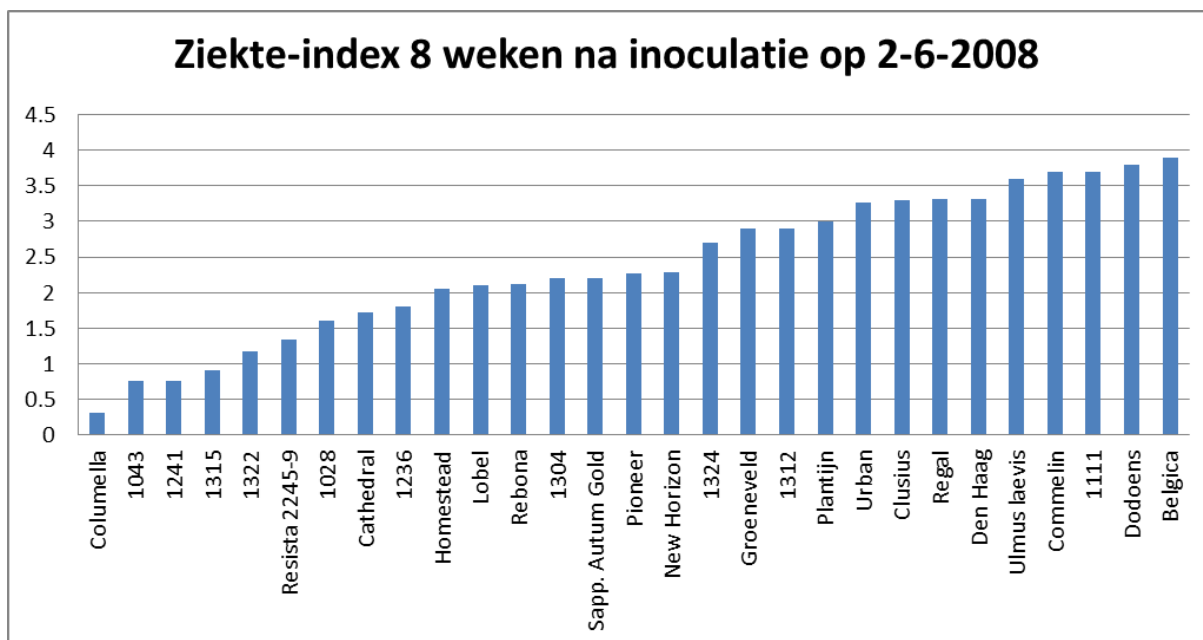
Bijlage 1 Informatie m.b.t. de getoetste iepenrassen

Ras/soort	Ouders	Land van herkomst	Jaar v. uitgifte
'Cathedral'	U. pumila x U. japonica	USA	1994
'New Horizon'	U. japonica x U. pumila	USA	1994
'Regal'	Commelin x (U. pumila x Hoersholmiensis)	USA	1983
'Sapporo Autumn Gold'	U. pumila x U. japonica	USA	1973
'Rebona'	U. japonica x U. pumila	USA	1993
'Urban'	(Vegata x U. minor) x U. pumila	USA	1976
'Homestead'	U. pumila x ((Commelin) x (U. pumila x Hoersholmiensis))	USA	1984
'Pioneer'	U. x hollandica selectie	USA	1984
'Commelin'	'Vegeta' x U. minor no. 1	Nederland	1960
'Groeneveld'	<i>U. glabra</i> (no. 49 UK) x <i>U. minor</i> (no.1 Fr)	Nederland	1963
'Lobel'	(U. wallichiana x Exoniensis) x (Bea Schwarz, zelfbestoven)	Nederland	1973
'Plantijn'	(Exoniensis x U. wallichiana) x U. minor	Nederland	1973
'Clusius'	(Exoniensis x U. wallichiana) x Bea Schwarz zelfbestoven	Nederland	1983
'Dodoens'	(Exoniensis x U. wallichiana) zelfbestoven	Nederland	1973
'Columella'	Plantijn, zelfbestoven	Nederland	1989
'Belgica'	U. x hollandica selectie	België	-
'Den Haag'	U. pumila x Belgica	Nederland	-
Resista-2245-9	-	USA	-
10 Alterra rassen	-	Nederland	-
<i>U. laevis</i> zaailingen	-	Nederland	n.v.t.

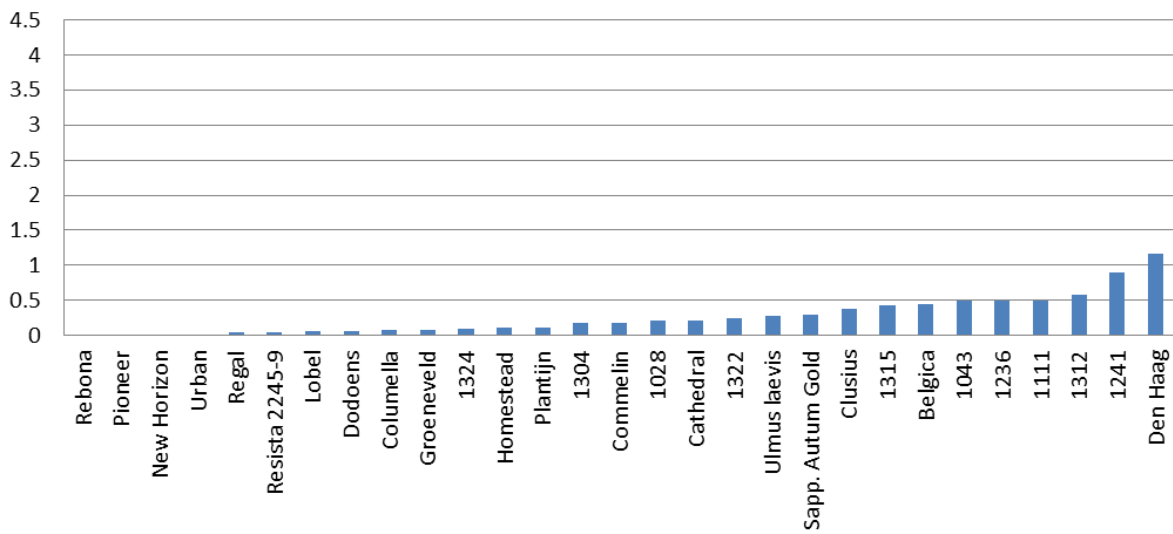
Bijlage 2 Ziekte-index gebruikt voor de beoordeling van de symptoomontwikkeling in geïnoculeerde bomen

Ziekte-index	Benaming	Symptomen
0	Gezond	Geen, hoogstens groeiremming
0.5	Twijfelachtig	Begin necrose of bladval (zeer beperkt)
1	Licht ziek	Duidelijke symptomen aanwezig zoals bladverkleuring of slaphangende bladeren, echter geen dode twijgen (tenzij binnenin of onder in de kroon, mede door lichtgebrek)
1.5		Sterke bladval en/of insterven van uiterste puntjes van twijgen en/of twijgen binnen in de kroon
2	Ziek	Jonge toptwijgjes zijn geheel of gedeeltelijk afgestorven, al of niet met vaantje (bijv. tot halverwege de scheut)
2.5		Insterven tot (of net over) de basis van de scheut van dit jaar en/of massaal optreden van zieke twijgen
3	Zwaar ziek	Zowel eenjarig als meerjarig hout is gedeeltelijk (voor max. de helft) afgestorven
3.5		Zowel eenjarig als meerjarig hout is voor meer dan de helft afgestorven; nog niet tot in voorjarig hout
4	Zeer zwaar ziek	Insterven tot in het voorjarig hout, meer dan de helft van de plant is afgestorven of dood. Bij tweejarige ent dus tot in de onderstam

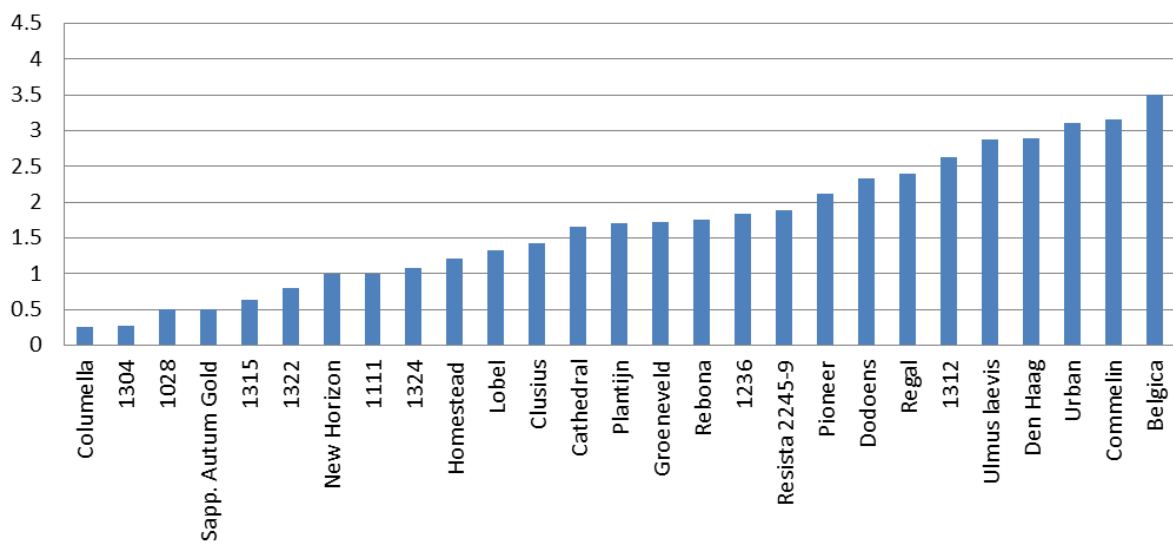
Bijlage 3 Ziekte-index per ras 8 weken na inoculatie voor de 4 behandelingen afzonderlijk.



Ziekte-index 8 weken na inoculatie op 2-6-2009



Ziekte-index 8 weken na inoculatie op 2-7-2009



Bijlage 4 Significantie van de waargenomen verschillen
tussen rassen (tweezijdige toetsing met $P < 0.05$).

A. Ziekte index na 4 weken

Ras	Aantal planten	Index	Significantiegroepen						
Columella	26	0.21	a						
1241	8	0.44	a	b					
1322	15	0.53	a	b					
1315	26	0.63	a	b					
1043	3	0.67	a	b	c				
1304	27	0.69	a	b	c				
1028	22	0.80	a	b	c				
1236	20	0.88	a	b	c				
1111	27	0.89	a	b	c				
1312	13	1.00	a	b	c	d			
1324	20	1.03	a	b	c	d			
Sappora Autumn Gold	22	1.14	a	b	c	d	e		
Homestead	24	1.19	a	b	c	d	e		
Plantijn	28	1.21	a	b	c	d	e		
Dodoens	27	1.22	a	b	c	d	e		
Lobel	24	1.23	a	b	c	d	e		
Clusius	24	1.23		b	c	d	e		
Resista 2245-9	27	1.28		b	c	d	e		
Pioneer	26	1.33			c	d	e		
Groeneveld	27	1.33			c	d	e	f	
New Horizon	27	1.54				d	e	f	g
Regal	24	1.56				d	e	f	g
Urban	27	1.57				d	e	f	g
Cathedral	24	1.60					e	f	g
Rebona	24	1.75						f	g
Den Haag	26	1.75						f	g
Commelin	27	1.83						f	g
U. laevis	26	1.90						f	g
Belgica	26	1.98							g

B. Kroonsterfte na 1 jaar

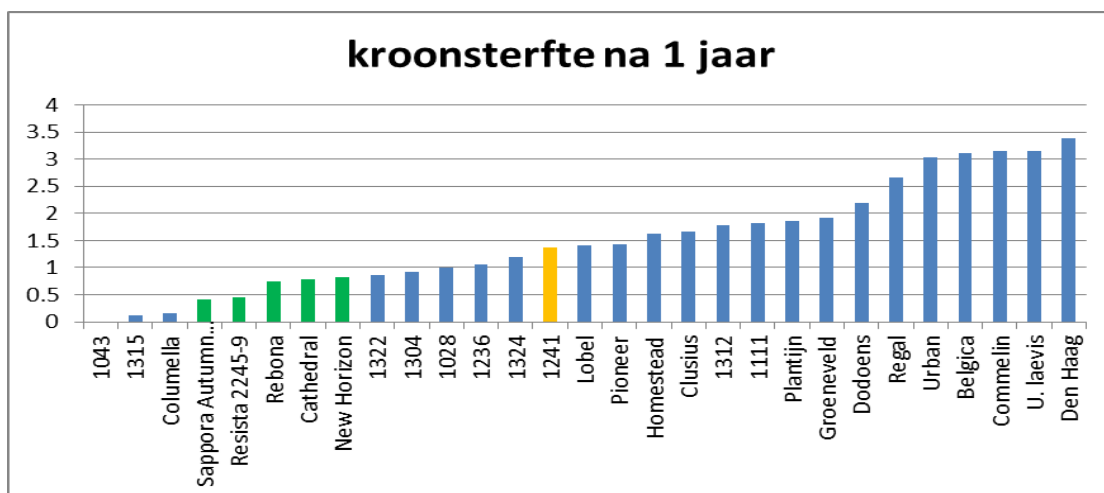
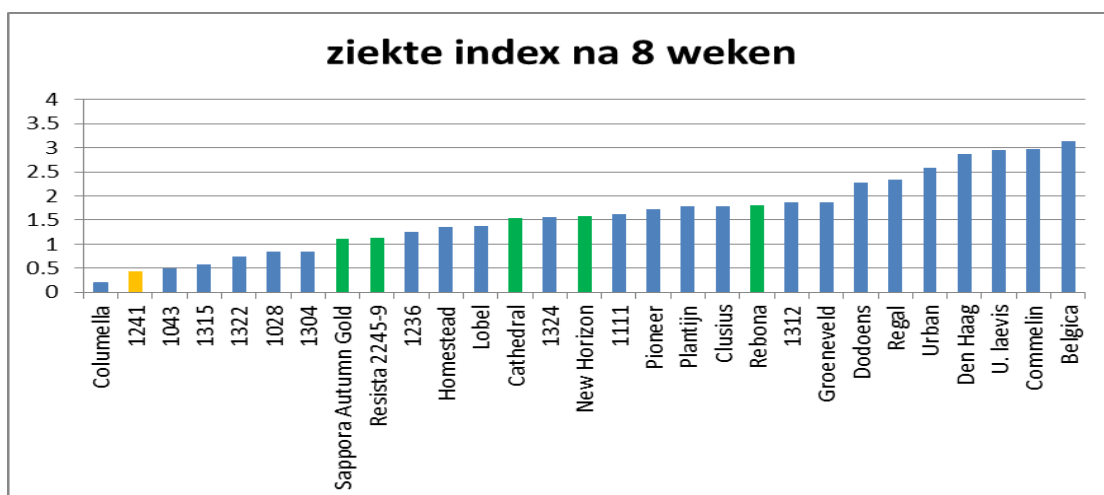
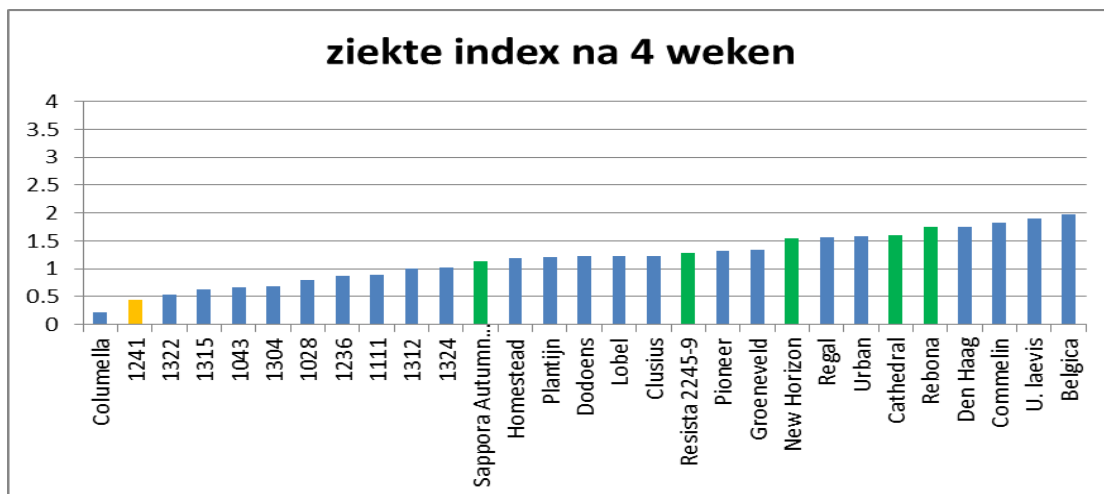
Ras	Aantal planten	Index	Significantiegroepen												
1043	3	0.00	a												
1315	26	0.12	a												
Columella	26	0.15	a												
Sappora Autumn Gold	22	0.41	a	b											
Resista 2245-9	27	0.44	a	b	c										
Rebona	24	0.75	a	b	c	d									
Cathedral	24	0.79	a	b	c	d	e								
New Horizon	27	0.81	a	b	c	d	e								
1322	15	0.87	a	b	c	d	e	f							
1304	27	0.93		b	c	d	e	f							
1028	22	1.00		b	c	d	e	f	g						
1236	20	1.05		b	c	d	e	f	g	h					
1324	20	1.20		b	c	d	e	f	g	h	i				
1241	8	1.38			c	d	e	f	g	h	i				
Lobel	24	1.42				d	e	f	g	h	i				
Pioneer	26	1.42					e	f	g	h	i				
Homestead	24	1.63						f	g	h	i	j			
Clusius	24	1.67							g	h	i	j	k		
1312	14	1.79							g	h	i	j	k		
1111	27	1.81							g	h	i	j	k		
Plantijn	28	1.86								h	i	j	k		
Groeneveld	27	1.93									i	j	k		
Dodoens	27	2.19									i	j	k		
Regal	24	2.67										j	k	l	
Urban	27	3.04											k	l	
Belgica	26	3.12											k	l	
Commelin	27	3.15												l	
U. laevis	26	3.15												l	
Den Haag	26	3.38												l	

Bijlage 5 Resistentie van de getoetste cultivars volgens de literatuur.

Ras	Resistentie volgens de literatuur*
Columella	zeer goed
New Horizon	zeer goed
Rebona	zeer goed (in USA)
Homestead	zeer goed (in USA) tot goed
Sapp. Autum Gold	goed
Cathedral	goed tot zeer goed maar iets minder goed dan Sapporo Autumn Gold (in USA en Frankrijk)
Pioneer	goed (in USA)
Lobel	goed
Plantijn	goed
Clusius	goed
Dodoens	goed
Regal	goed (in USA) tot vergelijkbaar met Lobel (in Frankrijk)
Groeneveld	aanzienlijk
Den Haag	aanzienlijk
Urban	aanzienlijk
Commelin	gering
Belgica	minimaal
U. laevis	geen last van iepziekte in de praktijk
1043	niet bekend
1241	niet bekend
1304	niet bekend
1315	niet bekend
1322	niet bekend
1028	niet bekend
1236	niet bekend
1111	niet bekend
1312	niet bekend
1324	niet bekend
Resista 2245-9	niet bekend

* Bron: Heybroek, Goudzwaard en Kaljee (2007) en referenties hierin.

Bijlage 6 Ontwikkeling na inoculatie per ras.



Voor toelichting zie tekst in hoofdstuk 2.4

Bijlage 7 Gemiddelde lengte (in m) en stamdiameter (in mm op 1m hoogte) van alle in 2011 nog overgebleven cultivar-onderstam combinaties.

Combinatie	Aantal	Lengte	Sign. 0,05	Diameter	Sign. 0,05
Plantijn-EW	10	5.3		48.5	
Plantijn-Stavast	1	1.8		11.2	
Plantijn-Belgica	1	5.5		39.3	
Clusius-Stavast	4	4.7		49.9	
Clusius-Belgica	2	5.1		51.3	
Lobel-EW	18	5.5		53.0	
Lobel-Stavast	3	5.3		35.1	
Groeneveld-EW	20	4.7		39.0	
Groeneveld-Belgica	1	5.3		46.0	
DenHaag-Stavast	6	5.2		39.3	
DenHaag-Belgica	3	5.0		40.5	
Homestead-EW	17	5.3	a	58.0	a
Homestead-Stavast	8	5.1	a	42.3	b
Homestead-Belgica	1	4.2		33.2	
Dodoens-Stavast	4	5.2		40.5	
Dodoens-Belgica	4	5.8		57.5	
Pioneer-EW	30	5.7	a	58.6	a
Pioneer-Stavast	7	5.1	b	39.7	b
Pioneer-Belgica	7	5.6	a	51.7	a
Urban-EW	32	5.6	a	56.6	a
Urban-Stavast	10	5.5	a	53.8	a
Urban-Belgica	11	6.3	b	71.4	b
Columella-EW	3	4.4		32.2	
Columella-Stavast	4	4.7		33.5	

EW = vermeerderd op eigen wortel (gestekt)